



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SAKARI FILPUS
YHDYSKUNTATEKNINEN SUUNNITTELU JA
TIETOMALLINTAMINEN OSANA MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Pauli Kolisoja
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
22. kesäkuuta 2017

TIIVISTELMÄ

SAKARI FILPUS: Yhdyskuntatekninen suunnittelu ja tietomallintaminen osana maankäytön suunnittelua
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 104 sivua, 3 liitesivua
Marraskuu 2018
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Yhdyskuntarakentaminen
Tarkastaja: professori Pauli Kolisoja

Avainsanat: yhdyskuntatekniikka, tietomalli, tietomallintaminen, inframallintaminen, maankäyttö, maankäytön suunnittelu, kaavoitus

Rakennus- ja infrahankkeiden tietomallintamista on tutkittu viime vuosien aikana useissa alan julkaisuissa, ohjeissa sekä opinnäytetöissä, mutta inframallintamisen soveltamisesta maankäytön suunnitteluun ei ole laadittu yleisiä mallinnusohjeita, vaikka infrasuunnittelulla on merkittävä rooli ja vaikutus maankäytön suunnittelussa tehtäviin ratkaisuihin sekä kaavahankkeen kustannusten muodostumiseen.

Työn tavoitteena oli selvittää ja kuvata yhdyskuntateknisen suunnittelun rooli ja sen eri osa-alueiden keskeisimmät tehtävät kaavoituksen eri vaiheissa ja tutkia, kuinka maankäytön suunnittelun yhteydessä tehtävää infrasuunnittelun tietomallintamista voitaisiin hyödyntää kaavoituksen eri vaiheissa, ja siten saavuttaa merkittäviä hyötyjä ja etuja kaavahankkeen kannalta.

Työn teoriaosuus käsittelee tieto- ja inframallintamiseen, maankäytön suunnittelun ja kaavoitukseen sekä yhdyskuntateknisen suunnittelun liittyvät keskeiset termit, käsitteet ja asiakokonaisuudet. Teoriaosuus perustuu pääosin alan keskeisten toimijoiden, kuten BuildingSMART Finlandin (bSF), Liikenneviraston, Suomen Rakennusinsinöörien liiton (RIL) ohjeisiin ja julkaisuihin sekä maankäyttö- ja rakennuslakiin. Työn tutkimusosuus käsittelee yhdyskuntateknisen suunnittelun inframallintamista ja sen yhdistämistä maankäytön suunnitteluun sekä kaavahankkeen eri vaiheiden inframallintamista ja siitä saatavia hyötyjä sekä etuja kaavoituksen näkökulmasta. Tutkimusosassa on sovellettu alalla käytössä olevia inframallinnusohjeita (bSF ja Liikennevirasto) sekä empiiriseen tutkimukseen perustuvia havaintoja.

Työn tuloksena syntyi yleistasoinen selvitys yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden keskeisimmistä tehtävistä ja inframallien sisällöstä kussakin kaavoituksen vaiheessa. Selvityksen on tarkoitus toimia apuvälineenä ja tarkastuslistana niin kaavoittajalle kuin tilaajille koko kaavaprosessin ajan kertoen kussakin kaavavaiheessa tarvittavista teknisistä suunnitelmista, selvityksistä sekä mallintamisen tarpeista.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kaavahankkeen inframallintamisesta saatavat hyödyt ja edut ovat merkittäviä perinteisiin suunnittelumenetelmiin verrattuna ja mallintamisen avulla voidaan tehostaa maankäytön suunnitteluprosessia. Inframallintaminen ja sen havainnollistaminen parantaa muun muassa kaavahankkeen tiedonhallintaa, tiedon saatavuutta ja jälleenkäyttöarvoa, suunnittelun laatua ja laadunvarmistusta sekä yhteistyötä ja vuorovaikusta, mikä lisää olennaisesti suunnittelun läpinäkyvyyttä ja siten nopeuttaa sekä helpottaa kaavan hyväksymisprosessia.

ABSTRACT

SAKARI FILPUS: Civil engineering and information modeling as a part of land use planning

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 104 pages, 3 Appendix pages

November 2018

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Civil engineering

Examiner: Professor Pauli Kolisoja

Keywords: civil engineering, information model, information modeling, infra built environment information modeling, land use, land use planning, planning

In recent years, information modeling of construction and infra projects has been studied in several publications, guidelines and theses, but no general modeling guidelines have been developed for land use planning, although civil engineering plays an important role in land use planning solutions and overall cost formation.

The objective of the thesis was to study the role of civil engineering and describe its main tasks in different areas of the planning process and to explore how information modeling in infrastructure planning could be utilized during different stages of the planning process, thereby benefiting the design project.

The theoretical section of the thesis covers the key terms, concepts and topics related to the information and infrastructure modeling, land use planning and zoning as well as civil engineering. The theoretical section is based mainly on the guidelines and publications of key actors in the field, such as BuildingSMART Finland (bSF), the Finnish Transport Agency, the Finnish Building Engineers Association (RIL) and also to the Land Use and Building Act. The research part of the thesis covers the infrastructure modeling of civil engineering and its integration into land use planning as well as the infrastructure modeling of the various phases of the design project and the advantages it produces for the planning project. The research part has been applied in the field using existing infrastructure modeling instructions (bSF and the Finnish Transport Agency) and observations based on empirical research.

As an outcome this thesis provides a general survey of the key tasks of the various aspects of civil engineering and the requirements of infrastructure models at each stage of the planning. The report is intended to function as a tool and a checklist for both the planner and the procurer throughout the planning process, explaining the technical plans, studies and modeling requirements needed at each stage.

Based on this research it can be concluded that the benefits of the infrastructure modeling of the design project are significant compared to the traditional design methods. The modeling can be used to improve the efficiency of land use planning process. Infrastructure modeling and visualization improves data management, data availability and re-use value. It provides better design quality and quality assurance. It also improves co-operation and interaction, which will significantly increase the transparency of design and thus accelerates and facilitates the land-use plan approval process.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston tuotantotalouden ja rakentamisen tiedekunnassa rakennustekniikan koulutusohjelmassa vuonna 2018. Työn tarkastajana on toiminut professori Pauli Kolisoja Tampereen teknillisestä yliopistosta ja työn ohjaajana Jussi Halkola Ramboll Finland Oy:tä

Haluan erityisesti kiittää työn tilaajana ja rahoittajana toiminutta Ramboll Finland Oy:tä sekä Tampereen Infra-yksikön päällikköä Hannu Kalevaa, jotka ovat mahdollistaneet tämän diplomityön tekemisen. Iso kiitos työn tarkastajana toimineelle Pauli Kolisojalle työn aikana saamistani ohjeista, neuvoista ja kommentteista. Lisäksi haluan kiittää tietomallinnukseen liittyvistä neuvoista Tiina Perttulaa ja Rodrigo Colomaa sekä maankäytön suunnitteluun liittyvistä neuvoista Hilikka Takaloa.

Kiitos myös työkavereille, ystäville ja perheelle työn aikana saamastani avusta sekä neuvoista. Lopuksi suurin kiitos kotiin Tiinalle, Laurille ja Violalle

Tampereella, 16.11.2018

Sakari Filpus

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Työn taustaa.....	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajaukset.....	2
1.3	Työn rakenne	2
2.	TIETOMALLINTAMINEN INFRA-ALALLA	4
2.1	Tietomalli ja tietomallinnus	4
2.2	Tietomallinnuksen tavoitteet.....	5
2.3	Tietomallinnuksen hyödyt ja haasteet.....	6
2.4	Tietomallinnusvaatimukset, formaatit ja nimikkeistö.....	8
2.4.1	Yleiset inframallivaatimukset	9
2.4.2	IFC, LandXML, Inframodel -formaatit.....	9
2.4.3	InfraBIM-nimikkeistö	11
2.5	Tietomallin elinkaari.....	12
2.5.1	Lähtötietomalli.....	13
2.5.2	Suunnitelmamalli	14
2.5.3	Toteutusmalli	16
2.5.4	Toteumamalli	16
2.5.5	Ylläpitomalli	16
2.6	Tietomallipohjainen hanke	17
2.6.1	Hankkeen suunnittelu	17
2.6.2	Hankkeen vaiheet.....	17
2.6.3	Hankkeen tehtävät.....	20
2.6.4	Hankkeen toimijat ja roolit	21
2.7	Tietomallipohjainen havainnollistaminen.....	22
2.7.1	Tekninen havainnollistaminen	23
2.7.2	Esittävä havainnollistaminen	24
3.	YHDYSKUNTATEKNINEN SUUNNITTELU MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA	26
3.1	Maankäytön suunnittelu.....	26
3.1.1	Maankäytön suunnittelujärjestelmä	26
3.1.2	Kaavoitusprosessi	31
3.1.3	Kaavasuunnittelun osalliset ja osallistuminen	32
3.2	Yhdyskuntatekninen suunnittelu.....	33
3.2.1	Geotekninen suunnittelu	34
3.2.2	Vesihuollon suunnittelu	36
3.2.3	Hulevesien hallinnan suunnittelu.....	38
3.2.4	Tien ja kadun suunnittelu.....	40
3.2.5	Massojen hallinnan suunnittelu.....	44
3.3	Yhdyskuntatekninen suunnittelu kaavoituksen eri vaiheissa	47
3.3.1	Kaavoituksen vaikutus kaava-alueen kustannuksiin	47
3.3.2	Maakuntakaava	48
3.3.3	Yleiskaava.....	51
3.3.4	Asemakaava	58
4.	YHDYSKUNTATEKNINEN SUUNNITTELU JA TIETOMALLINTAMINEN.....	65
4.1	Yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintaminen	65

4.2	Yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintaminen osana maankäytön suunnittelua	66
4.2.1	Tietomallintamisen toteutus, vaiheet ja inframallit.....	66
4.2.2	Maakuntakaavoitus	69
4.2.3	Yleiskaavoitus.....	70
4.2.4	Asemakaavoitus	78
4.3	Tietomallintamisen hyödyt maankäytön suunnittelussa	87
5.	PÄÄTELMÄT	89
	LÄHTEET	92

LIITE A: Yhdyskuntatekninen suunnittelu kaavoituksen eri vaiheissa

LIITE B: Tietomallintaminen kaavoituksen eri vaiheissa

LIITE C: Yhdyskuntatekninen suunnittelu ja tietomallintaminen kaavoituksen eri vaiheissa

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Tieto- ja inframallinnukseen liittyvää terminologiaa:

Esittelymalli

Esittelymalli on yhdistelmämallista jalostettu visuaalinen malli, jonka tarkoituksena on havainnollistaa lopullista suunnittelutilannetta. Mallissa kuvataan vain lopputilanteessa näkyvät rakenteet ja pinnat mahdollisimman todennukaisesti erilaisia objekteja, tekstuureja, valoja, varjoja sekä muita detaljeja apuna käyttäen. [37, s. 6] [113, s. 6, s. 21]

Industry Foundation Classes (IFC)

IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen XML (Extensible Markup Language) -tiedostomuotoon pohjautuva talonrakennusalan avoin tiedonsiirtostandardi, johon pohjautuvaa IFC-tiedonsiirtoformaattia käytetään inframallintamisen taitorakenteiden, kuten siltojen ominaisuustietojen siirtämisessä [113, s. 6].

InfraBIM-nimikkeistö

BuildingSMART Finland on kehittänyt Infra-rakennusosanimikkeistöön pohjautuvan sekä sitä laajentavan InfraBIM-nimikkeistön, joka täydentää inframallintamisen tietomallinnusohjeet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Nimikkeistö sisältää infrarakenteiden ja -mallien koko elinkaaren numeerointi- ja nimeämiskäytännöt. [17, s. 4-5][113, s. 13]

Inframalli (InfraBIM)

Inframallilla (Infra Built Environment Information Model) tarkoitetaan tietyn infrarakenteen tai -järjestelmän tietomallia, esimerkiksi kadun tiedot tallennettuna avoimeen tiedonsiirtoformaattiin, kuten LandXML tai Inframodelin mukaiseen tiedonsiirtotiedostoon [101, s. 5, s. 7].

Inframodel (IM)

Inframodel (IM) on kansainväliseen LandXML -standardiin pohjautuva avoin tiedonsiirtoformaatti, joka on kehitetty erityisesti Suomen infrasuunnittelun ja -rakentamisen tarpeisiin [14][37, s. 6][47, s. 5].

Katselumalli

Lähtötietojen visualisointia varten tehdystä yhdistelmämallista voidaan käyttää termiä katselumalli. Katselumalli voi sisältää useita erilaisia näkymiä, joissa kohteen lähtötiedot

ovat esitetty visualisoituna 3d-muodossa. Mallinäkökuvassa voidaan esimerkiksi havainnollistaa suunnittelukohteen nykytilaa, tehtyjä suunnitelmia tai muita hankkeen kannalta olennaisia lähtötietoja. [48, s. 18]

Koneohjausmalli

Toteutusvaiheen suunnitelmamallista voidaan tuottaa työmaalle koneohjausjärjestelmää varten erillisiä kolmiulotteisia koneohjausmalleja. Koneohjausmalleja voidaan muodostaa infrarakenteiden ja rakennepintojen jatkuvista kolmiulotteisista geometrialinjoista, taiteviivoista ja pisteaineistosta sekä niistä kolmioiduista pintamalleista. [113, s. 6, s. 33]

LandXML

LandXML-formaatti kehitettiin aikoinaan erityisesti infrialalle IFC-formaatin korvaajaksi mittaus- ja suunnittelutiedon tallentamiseen sekä tiedonsiirtoon. LandXML on IFC:n tavoin kansainvälinen XML-tiedostoon pohjautuva avoin tiedonsiirtostandardi. [11, s. 13]

Lähtötietomalli

Lähtötietomalli on suunnittelun lähtötiedoiksi hankittujen tai mitattujen tietojen jaoteltu ja dokumentoitu kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Lähtötietomallin on tarkoitus kuvata kohteen nykytilaa, ja sen tavoitteena on saattaa alkuperäinen lähtöaineisto tietomallipohjaista suunnittelua tukevaan muotoon ja siten vähentää suunnittelutyöhön kuluva aikaa. [99][101, s. 8][102, s. 6][113, s. 17]

Nykytilamalli

Nykytilamalli on lähtötietomallin osa, joka kuvaa kohteen nykytilaa. Viiteaineistot, kuten muun muassa laaditut suunnitelma, selostukset, selvitykset, viranomaispäätökset ja -luvat eivät sisälly nykytilamalliin. [101, s. 8, s. 30]

Osamalli

Usein suunnitelmamalli jaetaan hankkeen aikana organisoinnin helpottamiseksi pienempiin osakokonaisuuksiin, osamalleihin, suunnitteluvaiheen ja tekniikkalajin mukaan [21, s. 7].

Paikalleenmittausmalli

Työmaalle voidaan tuottaa toteutusmallin osamalleja, paikalleenmittausmalleja, joiden avulla infrakohteen suunnitellut rakenteet ja -järjestelmät saadaan mitattua ja merkittyä maastoon rakentamista varten [113, s. 33].

Suunnitelmamalli

Suunnitelmamalli on infrarakenteen tai -järjestelmän tietyn suunnitteluvaiheen tietosisällön osajoukko, joka pitää sisällään tehdyn suunnitelmaratkaisut [37, s. 7][101, s. 38].

Tietomalli (BIM)

Tietomallilla ja sen englanninkielisellä lyhenteellä BIM (Building Information Model) tarkoitetaan rakennuskohteen toteutusprosessin koko elinkaaren aikaisten digitaalisten tietojen kokonaisuutta ja hallintaa aina kohteen lähtötietojen hankinnasta ja suunnittelusta toteutukseen ja valmiin toteutuksen käyttöön ja ylläpitoon [4].

Tietomallikoordinaattori

Tietomallikoordinaattorin työnkuva pitää sisällään useita tehtäviä, jotka liittyvät muun muassa tietomallinnuksen suunnitteluun, aikatauluttamiseen, yhteensovittamiseen sekä laadunvarmistukseen. Tehtäväsisältö ja laajuus vaihtelevat hankkeen mukaan, mutta yleisiä tietomallikoordinaattorin vastuulle asettuja tehtäviä ovat muun muassa tietomallisuunnitelman laadinta ja ylläpito, yhdistelmämallin koostaminen ja tietomalliselostuksen laadinta, tietomallien työnaikaiset tarkastukset sekä tekninen laadunvarmistus, tietomallintamiseen liittyvien kokousten järjestäminen sekä niihin osallistuminen. Lisäksi tietomallikoordinaattori vastuulla on, että tilaajan tietomallinnukselle asettamat tavoitteet sekä vaatimukset täyttyvät ja eri tekniikkalajien osamallit sopivat yhteen. [70, s. 8]

Toteumamalli

Toteutusmalli voidaan päivittää infrarakenteen tai -järjestelmän rakentamisen jälkeen toteumamalliksi, jos kohde on toteutettu suunnitellun mukaisesti toleranssien sallimissa rajoissa ja täyttää sille esitetyt laatuvaatimukset. Toteumamalli antaa tarkan kokonaiskuvan toteutuneesta rakenteesta tai järjestelmästä ja sen tulee vastata sisällöltään rakennettua. Hankkeen valmis toteumamalli kattaa rakentamisen mittaukset ja koneautomaation tietosisällön: lopulliset toteutusmallit, tarke- ja toteumamittaukset sekä erityiset kartoitustiedot. Toteumamalli toimii rakenteen tai järjestelmän laadun ja vaatimusten todentamisen välineenä sekä omaisuuden hallinnan lähtötietona ja ylläpitomallin pohjana. [74, s. 4, s. 7]

Toteutusmalli

Toteutusmalli on infrarakenteen tai -järjestelmän toteutusvaiheen suunnitelmamallista työmaalle rakentamista varten laadittu malli, joka sisältää toteutukseen liittyvät tiedot, kuten rakentamisen tehtävät, resurssit sekä aikataulun. Toteutusvaiheen suunnitelmamallista laadittu toteutusmalli koostuu useista eri rakennepinnoista, joista jokainen pinta muodostaa yksinään toteutusmallin, ja kaikki pinnat yhdessä muodostavat kohteen toteutusmallin. Usein infrakohteen toteutusmallilla tarkoitetaan suunnitelmamallista tuotettuja kolmiulotteisia koneohjausmalleja tai työmaan mitauksia varten tuotettuja paikalleenmittausmalleja. [104, s. 4][113, s. 33]

Yhdistelmämalli

Suunnitteluhankkeen eri tekniikkalajien osamalleista ja lähtötietomallista voidaan muodostaa yhdistelmämalli, joka toimii infrahankkeen suunnittelun yhteensovittamisen ja vuorovaikutuksen työvälineenä. Yhdistelmämallissa hankkeen eri tekniikkalajien osamallit kootaan yhteen, yhdeksi tekniseksi malliksi, joka mahdollistaa eri tekniikkalajien suunnitelmaratkaisujen yhtenäisen ja kolmiulotteisen havainnollistamisen. Osamallien ja lähtötietojen tekninen havainnollistaminen mahdollistaa muun muassa suunnitelmaratkaisujen, hankeosien ja suunnitelmarajakohtien yhteensopivuuden sekä vuoropuhelun hankkeen eri osapuolten kesken. [70, s. 11][113, s. 20]

Ylläpitomalli

Infrarakenteen tai -järjestelmän elinkaaren aikaiset mallit ja niiden tietosisältö toimivat infraomaisuuden yllä- ja kunnossapitohallinnan lähtötietona sekä pohjana ylläpitomallille. Ylläpitomalli toimii infrahankkeen tietosisällön säilytyspaikkana ja rekisterinä sekä seuraavien hankkeiden ja hankevaiheiden lähtötietona. Ylläpitomallin avulla infraomaisuuden yllä- ja kunnossapidon suunnittelu, ohjaus sekä ohjelmointi tehostuvat, kun tarvittavat toimenpiteet voidaan kohdistaa oikea-aikaisesti niitä eniten tarvitseviin kohteisiin tarkkojen ominaisuus- ja historiatietojen pohjalta. [67, s. 4][113, s. 6, s. 34][130, s. 58]

Maankäytön suunnitteluun liittyvää terminologiaa:

Asemakaava

Asemakaava on yksityiskohtainen suunnitelma kunnan alueiden käytöstä ja rakentamisesta. Kaavassa osoitetaan muun muassa eri alueiden käyttötarkoitus, tonttien ja rakennusten sijoittelu, koko sekä rakennusoikeus ja jopa rakentamistapa. Asemakaava voidaan laatia koko suunnittelualueelle tai rajatuimmillaan se voi koskea vain yhtä yksittäistä tonttia. Lisäksi ranta-alueille, yleensä loma-asutuksen vuoksi, voidaan laatia erillinen ranta-asemakaava. [2][27][58][109]

Maakuntakaava

Maakuntakaava on yleispiirteinen suunnitelma maakunnan tai sen osan alueen käytön eri periaatteista ja kehittämisen painopisteistä. Maakuntakaava voidaan myös laatia vaihekaavana, jolloin siinä käsitellään vain tiettyjä aihekokonaisuuksia, kuten esimerkiksi turvetuotantoa sekä liikennettä ja logistiikkaa. Maakuntakaavan tarkoitus on ohjata kuntien kaavoitusta ja alueiden käytön suunnittelua sekä ratkaista valtakunnalliset, maakunnalliset sekä seudulliset alueiden käyttöön liittyvät ongelmat. [54][109]

Maankäytön suunnittelu

Maankäytön suunnittelu on ”yhdyskuntia ja maakuntia koskeva fyysinen suunnittelu, jossa lainsäädännön avulla ja hallintopäätöksiin pyritään ohjaamaan maa-alueiden järjestelyä ja käyttöä.” [23] Suunnittelun tavoitteena on ”luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle ja edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä.” [27]

Maankäytön suunnittelujärjestelmä

Maankäytön suunnittelujärjestelmä on vaiheittain tarkentuva prosessi, jossa valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat maakuntien ja kuntien yleispiirteisten sekä yksityiskohtaisten kaavojen suunnittelua. Alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi maankäytön suunnittelua ohjaavat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä erilaiset seutu- ja kuntastrategiat, kunnan maapolitiikka sekä rakennusjärjestys. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi suunnittelujärjestelmä sisältää maakunta-, yleis- sekä asemakaavatasot. [58][59]

Osalliset

Kaavat tulee valmistella yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa osallisten eli kaikkien niiden tahojen kanssa, joiden etuihin tai oloihin laadittava kaavaa saattaa merkittävästi vaikuttaa. Kaavoituksen osallisia ovat muun muassa suunnitteluala-
een maanomistajat, toiminnanharjoittajat, lähialueen kiin-
teistöjen omistajat, asukkaat ja työntekijät, kaupunkien ja
kuntien eri toimialat ja liikelaitokset, alueellinen ELY-kes-
kus, maakuntaliitto, maakuntamuseo, alueellinen sairaan-
hoitopiiri jne. [25][71][109]

Sidosryhmä

Osallisista voidaan koota erillinen sidosryhmä työn hyvän
laadun varmistamiseksi [109].

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa lakisää-
teistä alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, ja alueiden-
käyttötavoitteet on maankäyttö ja -rakennuslain mukaan
”otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä
niin maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja
valtion viranomaisten toiminnassa.” [125]

Yleiskaava

Yleiskaava on kaavamuotona hyvin moninainen, joustava
ja luonteeltaan hyvin yleispiirteinen sekä strateginen suun-
nitelma kunnan maankäytöstä. Yleiskaava voidaan laatia
koko kunnan alueelle tai vaihtoehtoisesti se voi koskea vain
tiettyä sen osa-aluetta, jolloin kyseessä on yleiskaavan si-
jaan osayleiskaava. Kunnat voivat myös laatia yhteisen
yleiskaavan. Yleiskaavan suunnittelu voi poiketa maakun-
takaavasta, mutta maakuntakaavassa esitettyjen tavoittei-
den tulee toteutua. [27][55] Ympäristöministeriön mukaan
yleiskaavan tarkoitus on ”kunnan eri toimintojen, kuten
asutuksen, palvelujen ja työpaikkojen sekä virkistysaluei-
den sijoittamisen yleispiirteinen ohjaaminen sekä toiminto-
jen yhteensovittaminen.” [55] Yleiskaavan tarkoitus on siis
toimia asemakaavaa ohjaavana ja ratkaista kunnan maan-
käytölle asettamat tavoitteet ja kehityksen periaatteet [55].

1. JOHDANTO

1.1 Työn taustaa

Viime vuosien vahva kaupungistuminen ja kaupunkirakenteen tiivistäminen, ekologinen ajattelutapa sekä kasvava digitalisaatio luovat haasteita nykypäivän yhdyskuntasuunnittelulle ja rakentamiselle. Haasteisiin vastaaminen vaatii tulevaisuudessa entistä tehokkaampaa, innovatiivisempaa ja vuorovaikutteisempaa suunnittelua, perinteisten suunnittelurajojen rikkomista, uusia toteutustapoja ja -menetelmiä sekä entistä laaja-alaisempaa osaamista.

Infrasuunnittelu on monimuotoinen ja vaihteittain tarkentuva suunnitteluprosessi, joka vaatii onnistuakseen eri alojen asiantuntijoiden sekä suunnittelijoiden hyvää yhteistyötä, innovatiivista suunnittelua, useiden eri asioiden yhteensovittamista ja yhdistämistä sekä erinomaista kokonaisuuksien hahmottamista ja hallintaa. Onnistumisen kannalta keskeiseen rooliin ja hyvään suunnittelulopputulokseen pääseminen vaatii nykypäivänä suunnitteluprojektiorganisaatioiden laajentuessa, suunnitteluallianssien yleistyessä sekä hankkeiden sisältämän tietomäärän kasvaessa erinomaista ja esteetöntä tiedonhallintaa hankkeen kaikissa vaiheissa ja kaikkien osapuolten kesken. Tämän vuoksi infrahankkeiden suunnittelussa on viime vuosina siirrytty yhä enemmän tietomallipohjaiseen suunnitteluun.

Nykyisessä ei-tietomallipohjaisessa suunnittelussa suunnittelutyöhön käytettävien suunnittelu- ja lähtöaineistojen jakaminen tapahtuu hankkeen osapuolten välillä pääsääntöisesti vain erillisten aineistopyyntöjen perusteella. Tämä on haasteellista erityisesti suurissa hankkeissa, joissa eri suunnittelutahoja on useita, suunnittelu- ja lähtötietoa on paljon sekä suunnittelutyötä tehdään samanaikaisesti usean eri suunnittelijan toimesta useilla eri suunnitteluohjelmistoilla ja formaateilla. Koska tietomallin käytön tavoitteena on hallita hankkeen koko elinkaaren kaikki osa-alueet paremmin kuin perinteisillä menetelmillä, on sen käyttö myös perusteltua maankäytön suunnittelussa, etenkin suurissa ja pitkällä aikavälillä toteutettavissa kaavahankkeissa.

Tietomallipohjainen suunnittelu tehostaa hankkeen sisäistä tiedonhallintaa, kun kaikki hankkeen sisältämä suunnittelu- ja lähtötieto on aina ajantasaista, yhtenäisessä formaatissa ja mallimuodossa kaikkien osapuolten saatavissa yhdestä ja samasta paikasta ajasta ja sijainnista riippumatta. Yhdistämällä hankkeen kaikki suunnittelu- ja lähtöaineisto yhteen ja samaan malliin voidaan aineistoa tarkastella vaivatta joko yhdessä tai erikseen, koota erilaisia yhdistelmämalleja sekä havainnollistaa kolmiulotteisesti ja siten saavuttaa hankkeen kannalta erilaisia hyötyjä ja etuja.

Tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa muun muassa hankkeen suunnittelun eri osa-alueiden ja etenkin suunnittelurajakohtien yhteensovittamisen ja päällekkäisyyksien poistamisen. Myös suunnitelmien sisältämien hanke- ja rakennusosien yhteensopivuusongelmien sekä ristiriitojen havaitseminen helpottuu, mikä vähentää selvästi suunnitteluvirheitä ja parantaa olennaisesti suunnittelutyön laatua sekä laadunvarmistusta. Tietomallintaminen helpottaa ja parantaa myös monialaisen projektin hallintaa, vuorovaikutusta ja laadunvarmistusta, sillä ajantasainen suunnittelutilanne on aina kuvattuna ja saatavissa tietomallista. Malli myös ohjaa suunnittelemaan paremmin ja laadukkaammin sekä auttaa löytämään suunnittelun kannalta parhaan ja optimoidun kokonaisratkaisun. [37, s. 5, s. 10, s. 12]

1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tutkimustyön päätavoitteena on selvittää yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintamisen toteutus, vaiheet, sisältö ja hyödyntämismahdollisuudet maankäytön suunnittelussa. Työn tavoitteena on myös selvittää ja kuvata yhdyskuntateknisen suunnittelun rooli ja sen eri osa-alueiden keskeisimmät tehtävät kaavoituksen eri vaiheissa.

Maankäytön suunnittelulla tarkoitetaan tässä työssä pääasiassa kaavoitusta ja sen eri kaavatasoja. Maankäytön suunnitteluun liittyy vahvasti myös liikenne-, maisema-, ja ympäristösuunnittelu. Vaikka ne ovat olennainen osa maankäytön suunnittelua, ne on rajattu työn ulkopuolelle, koska ne eivät ole osa yhdyskuntateknistä suunnittelua. Työ käsittää vain yhdyskuntateknisen suunnittelun tehtävät eri kaavatasoilla; liikennesuunnittelua sivutaan vain tarvittavilta osin tien ja kadun suunnittelun yhteydessä. Työssä ei myöskään käsitellä tarkemmin tietomallinnuksen mallinnusmenetelmiä tai toteutustapoja, eikä myöskään perehdytä yhdyskuntateknisen tai maankäytön suunnittelun suunnitteluperusteisiin tai -ratkaisuihin. Työn tutkimusosuudesta on tietomallipohjainen rakentaminen, käyttö ja ylläpito rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintamista maankäytön suunnittelussa käsitellään vain tietomallipohjaisten lähtötietojen, suunnittelun ja havainnollistamisen näkökulmasta.

1.3 Työn rakenne

Tutkimustyö alkaa Johdanto-osuudella, luvulla 1, jossa esitellään työn tausta, tavoitteet ja rajaukset sekä rakenne. Työn teoriaosuudessa, luvussa 2, käsitellään yleisesti tietomalleja ja tietomallintamista, luodaan yleiskatsaus tietomallintamiseen infra-alalla sekä perehdytään tietomallihankkeeseen ja sen elinkaariajattelutapaan. Luvun 2 lopussa käsitellään myös tietomallipohjaista havainnollistamista. Luvussa 3 käsitellään alkuun maankäytön suunnittelua yleisesti ja sen suunnittelujärjestelmän eri tasoja sekä niiden hierarkiaa ja lopussa esitetään kaavasuunnittelun prosessi, osalliset ja siihen osallistuminen. Tämän jälkeen luvussa esitetään yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueet ja niiden keskeisimmät tehtävät kaavoituksen eri vaiheissa.

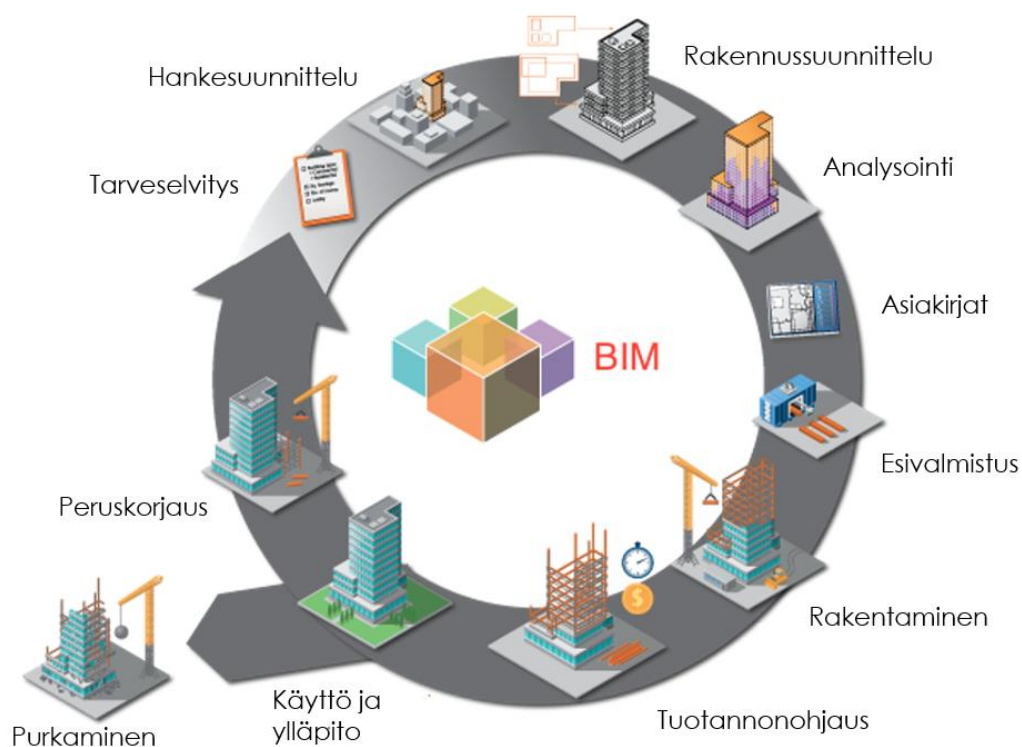
Työn tutkimusosuudessa, luvussa 4, perehdytään yleisesti yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintamiseen. Tämän jälkeen luvussa esitetään kaavahankkeen yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallinnuksen toteutus, vaiheet sekä inframallit maankäytön suunnittelussa ja sen kaavoituksen eri vaiheissa. Luvun 4 lopussa on yhteenveto tietomallinnuksen eduista ja hyödyistä maankäytön suunnittelussa. Työn lopuksi, luvussa 5, esitetään työstä ja sen tutkimuksesta tehdyt päätelmät ja johtopäätökset sekä jatkotoimenpideehdotukset.

2. TIETOMALLINTAMINEN INFRA-ALALLA

Rakentamisen tuottavuudessa ei ole tapahtunut kasvua viimeiseen neljään vuosikymmeneen [5][51]. Samalla aikavälillä tuottavuutta on pystytty kasvattamaan jopa 70 % sellaisilla aloilla, joilla on tehokkaasti otettu käyttöön uusia teknologioita ja hyödynnetty digitalisaation tuomia mahdollisuuksia. Nyt rakennusala tavoittelee maailmanlaajuisesti tuottavuuden kasvua rakennetun ympäristön suunnitteluprosessien tehostamisesta, halvemmasta rakentamisesta ja hallitummasta ylläpidosta. Nämä toteutuvat uusien digitaalisten suunnittelu- ja tuotantoteknologioiden, kuten tietomallintamisen avulla, jonka kehittämiseen useat valtiot ympäri maailmaa ovat lähteneet mukaan. Lähitulevaisuudessa tietomallintamisen uskotaankin muuttavan voimakkaasti rakennusala ja sen perinteisiä menetelmiä ja käytäntöjä. [5]

2.1 Tietomalli ja tietomallinnus

Tietomallilla ja sen englanninkielisellä lyhenteellä BIM (Building Information Model) tarkoitetaan rakennuskohteen toteutusprosessin koko elinkaaren aikaisten digitaalisten tietojen kokonaisuutta ja hallintaa aina kohteen lähtötietojen hankinnasta ja suunnittelusta toteutukseen ja valmiin toteutuksen käyttöön ja ylläpitoon [4]. Kuvassa 2.1 on esitetty talonrakennusalan tietomalliproessin elinkaaren vaiheet.



Kuva 2.1. Talonrakennusalan tietomallin elinkaaren vaiheet, perustuu lähteeseen [134], kuva [13].

Tietomallintamisessa keskeisintä on:

- tiedonhallinta
- tiedon yhdistäminen
- tiedon yhteensovittaminen
- tiedon jakaminen kaikkien osapuolten kesken koko hankkeen elinkaaren ajan
- tiedon tallentaminen tulevia hankkeita ja hankevaiheita varten [116].

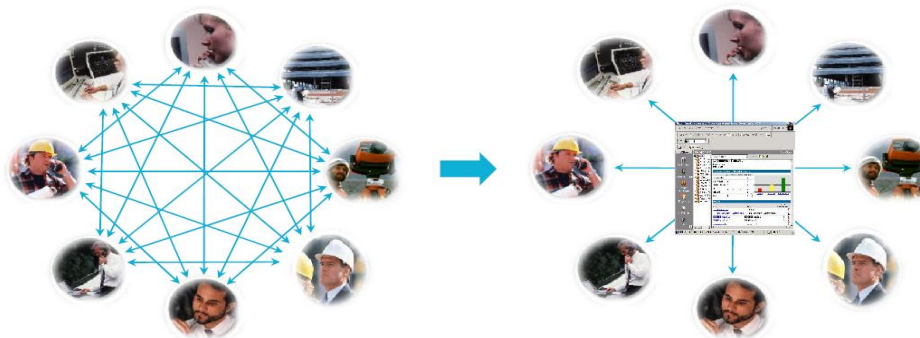
Tietomallintamisella on yleisesti todettu olevan positiivisia vaikutuksia rakentamisen tuottavuuteen niin infra- kuin talonrakennus- alalla. Talonrakennus- alalla tietomallintamista on kehitetty ja hyödynnetty infra- alaa kauemmin [38, s. 8,][82, s. 17, katso 41]. Tämän vuoksi rakennuksen tietomalli ja BIM-käsitteet ovat vakiinnuttaneet asemansa talonrakennuksen tietomallipohjaisissa hankkeissa ja alan ohjeissa infra- alalla aiemmin. Viime vuosina myös infra- alalla tietomallinnuksen kehitystä ja käyttöönottoa on viety määrätietoisesti eteenpäin erilaisten kehityshankkeiden ja pilottikohteiden avulla. Kehitystyön tuloksena infra- alalle on laadittu muun muassa omat tietomallivaatimukset, tiedonsiirtoformaatti ja nimikkeistö. Kehitystyön yhteydessä infra- alalle on luotu myös ristiriitojen välttämiseksi oma sanasto ja tietomalli-käsitteet. Infra- alan tietomalli-käsitteen synonyyminä käytetään nykyisin termiä inframalli ja sen englanninkielistä lyhennettä InfraBIM (Infra Built Environment Information Model). Infra- alan tietomallintamisesta käytetään termiä inframallintaminen. [37, s. 4][100, s. 3][101, s. 7]

Yksi keskeisimmistä inframallintamisen edistäjistä Suomessa on tällä hetkellä BuildingSMART Finland (bSF), joka on Rakennustietosäätiön alaisuudessa toimiva puolueeton yhteistyöfoorumi, joka vie käytäntöön ja ulkomaille Suomessa tehtyjä tutkimus- ja kehitystyön tuloksia. BuildingSMART Finlandin Infra -toimialaryhmä on laatinut INFRA 2025 -vision inframallintamisen tulevaisuudesta. Vision tavoitteena on infran suunnittelu- ja tuotantoprosessien täysimittainen digitalisointi vuoteen 2025 mennessä. Visiossa painotetaan vahvasti digitalisoinnin tärkeyttä ja siitä saatavia hyötyjä. Kaikissa infraprosessin vaiheissa painotetaan myös avoimien ja ohjelmistoriippumattomien tietomallien käyttöä. Suunnittelu- ja tuotantoprosessien digitalisoinnin uskotaan olevan merkittävä tekijä niin infra- alan kuin koko Suomen tuottavuuden ja kilpailukyvyn kasvussa. [5][98, s. 12-13]

2.2 Tietomallinnuksen tavoitteet

Tietomallinnuksen päätavoite on sekä rakennus- että infra- alalla “suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari- prosessin tukeminen.” [37, s. 4][137, s. 5] Olennaisinta tavoitteen kannalta on toimiva tiedonkulku ja yhteistyö läpi koko elinkaari- prosessin sekä mallintamisen hyödyntäminen rakennuskohteen elinkaaren kaikissa vaiheissa [63, s. 29][137, s. 5]. Mallinnuksella pyritään tiedonhallintaan, jossa aiemmassa hankevaiheessa syntyneitä tai mallinnettua tietoa voidaan hyödyntää mahdollisimman kattavasti seuraavissa vaiheissa, mitä menettämättä [113, s. 25].

Kuvassa 2.2. on esitetty perinteisen dokumenttipohjaisen ja tietomallipohjaisen suunnitteluhankkeen tiedonkulku ja yhteistyö hankkeen eri osapuolten välillä.



Kuva 2.2. Tietomallintamisella tavoitellaan parempaa tiedonhallintaa [10].

Tietomallihankkeen toteutuksen kannalta on tärkeää, että hankkeen alussa tietomalleille ja niiden hyödyntämiselle asetetaan tavoitteet, jotka dokumentoidaan erilliseen tietomallisuunnitelmaan. Hankkeen tietomallinnukselle asetettavista yleisistä tavoitteista on annettu esimerkkejä BuildingSMART Finlandin mallinnusohjeissa. [70, s. 10][137, s. 5]

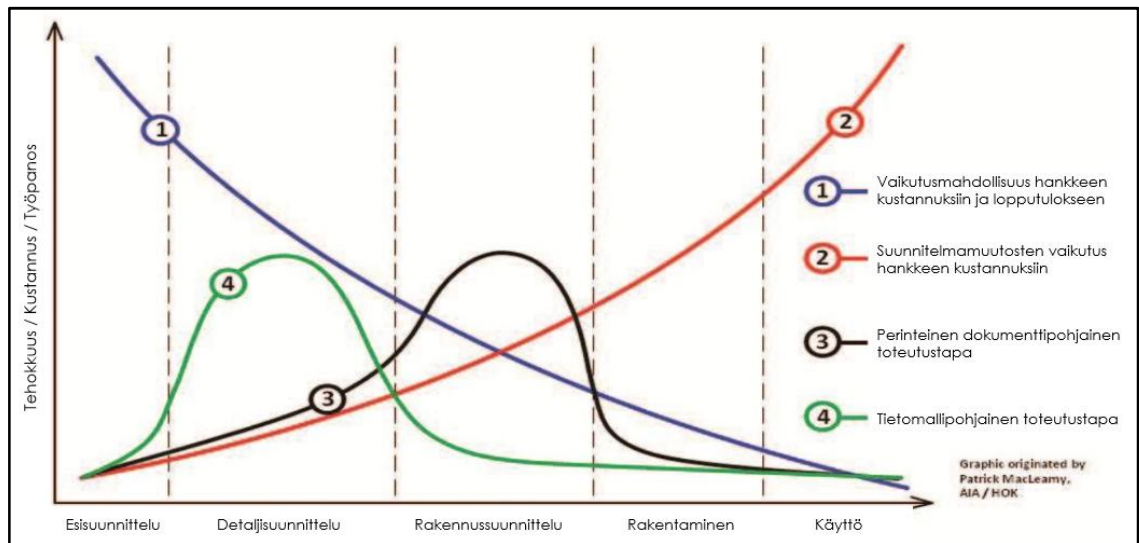
Mallinnukselle asetetut tavoitteet voivat olla esimerkiksi:

- hankkeen päätöksenteon tukeminen
- hankkeen tavoitteisiin sitouttaminen
- suunnittelun helpottaminen ja laadun parantaminen
- suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
- suunnitelmien yhteensovittamisen helpottaminen ja virheiden vähentäminen
- rakennusprosessin toteutettavuuden varmistaminen ja laadun parantaminen
- rakennusprosessien tehostaminen
- rakentamisen turvallisuuden parantaminen
- hankkeen kustannus- ja elinkaarianalyysien tukeminen
- hankkeen tietojen hyödyntämisen käyttö- ja ylläpitovaiheessa [137, s. 5].

2.3 Tietomallinnuksen hyödyt ja haasteet

Suurin ero perinteisen dokumenttipohjaisen ja tietomallipohjaisen suunnittelun välillä on, että tietomallihankkeessa suunnittelu, suunnitelmissa tehtävät linjaukset sekä ratkaisut painottuvat hankkeen alkuvaiheeseen, jolloin tehtyjen ratkaisuiden vaikutusmahdollisuudet hankkeen kustannuksiin ja lopputulokseen ovat suurimmillaan. Tietomallipohjaisen suunnittelun hyödyt korostuvat seuraavissa hankevaiheissa niiden edetessä, kun suunnitelmamuutoksista aiheutuvat kustannukset kasvavat ja vaikutusmahdollisuudet hankkeen kokonaiskustannuksiin vähenevät. [112, s. 7]

Kuvassa 2.3. on havainnollistettu MacLeamy -kuvaajan avulla tietomallipohjaisen toteutustavan ero ja hyöty perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnittelutapaan nähden.



Kuva 2.3. Tietomallipohjaisen toteutuksen hyödyt, perustuu lähteeseen [112, s. 7].

Liikenneviraston mukaan tietomallihankkeen keskeisimmät hyödyt liittyvät tiedon jälleenkäyttöarvoon, suunnittelun laadunvarmistukseen, visualisoitiin ja vuorovaikutukseen sekä työmaaprosessien tehostamiseen (kuva 2.4) [75, s. 8].

	Esisuunnittelu	Yleisuunnittelu	Tiesuunnittelu	Rakennus-suunnittelu	Urakkatarjous-vaihe	Rakentaminen	Hoito ja ylläpito
Tiedon jälleenkäyttöarvo							
Suunnittelun laadunvarmistus							
Visualisointi ja vuorovaikutus							
Työmaaprosessien tehostaminen							

Kuva 2.4. Tietomallinnuksella tavoiteltavat hyödyt hankevaiheittain. Sävyyn tummuus kuvaa kuinka hyvin asia tulee esiin kyseisessä hankevaiheessa [40, s. 27].

Tietomalliprosessissa hankkeen lähtö- ja suunnittelutiedot siirtyvät hankevaiheesta toiseen täydentyen sekä päivittyen ennen seuraavaa vaihetta. Niitä voidaan hyödyntää inf-rakootteen omaisuuden hallinnassa käyttö- ja ylläpitovaiheessa. Tietomallintamisen avulla suunnitelmien yhteensovittaminen, suunnitteluvirheiden havaitseminen sekä suunnitteluratkaisujen optimointi helpottuvat, mikä parantaa suunnittelun laatua ja laadunvarmistusta. Tietomallipohjaisen visualisoinnin avulla parannetaan hankkeen eri toimijoiden, osapuolten sekä sidosryhmien välistä vuorovaikutusta ja yhteistyötä. Toteutusvaiheen suunnitelmista laaditut tietomallipohjaiset koneohjausmallit tehostavat työmaaprosesseja ja parantavat rakentamisen tuottavuutta. [75, s. 8]

Vaikka tietomallintamisen tulisi tehostaa suunnitteluprosessia, lyhentää hankkeen läpimenoaikaa sekä vähentää siihen käytettävää työmäärää ja siten pienentää suunnittelukustannuksia, pidetään tietomallipohjaista suunnittelua yleisesti kustannuksiltaan kalliina. [78][112, s. 7][117]. Haasteena on, että uusien menetelmien käytön opettelu ja sisäistäminen vievät usein aikaa, mikä on otettava huomioon projektin aikataulua ja kustannuksia suunniteltaessa. Alun opetteluvaiheen jälkeen, kun perusasiat on sisäistetty ja opittu, tietomallipohjainen suunnittelu tulee vähentämään optimitilanteessa suunnitteluun käytettyä työmäärää 20-50 % verrattuna perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnitteluun. Tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin hyötynä, mutta myös murrosvaiheen haasteena voidaan pitää suunnitteluprosessia ja sen eroja perinteiseen toteutustapaan. Suunnittelutyö ja siitä aiheutuvat kustannukset painottuvat hankkeen alkuun, jolloin moni hyvin alkanut tietomallipohjainen suunnitteluhanke päätetäänkin keskeyttää ja toteutustapa vaihtaa perinteiseen kustannusten ja työmäärän vähentämiseksi. Tällöin tietomallintamisesta saadut hyödyt menetetään ja suunnittelun työmäärä sekä kustannukset kasvavat selvästi alkuperäistä suuremmiksi. [36, s. 9-10, katso 66][46][112, s. 7]

Tietomallintamisen murrosvaiheen yleisenä haasteena voidaan pitää osaamisen puutetta ja tietämättömyyttä, jonka vuoksi kaikkia mallintamisesta saatavia hyötyjä ei tunnisteta, ei osata hyödyntää tai edes tiedosteta. Etenkin hankkeen tilaajapuolen tietämättömyys ja kokemattomuus tietomalleista heijastuu tietomallipohjaisissa hankinnoissa, jolloin tietomalleja ei lähtökohtaisesti haluta tilata tai jos tilataan, niin ei tiedetä mitä tilataan. Tämä muodostuu etenkin toteutusvaiheessa ongelmaksi, jos työmaa ei saa käyttöönsä tarvittavia malleja ja riittäviä mittatietoja. Haasteet ja ongelmat ovat yhteisiä niin palvelun tuottajien kuin tilaajien kanssa. Markkinoilla ei ole tarpeeksi päteviä tietomalliosaaajia tai osaavia tietomallikoordinaattoreita. [8][75, s. 8][117] Lisäksi tietomallintamiseen liittyvä haaste on tietomallipohjaisen suunnittelun ja havainnollistamisen työläys, etenkin detajivaiheessa. Haasteena on myös lähtötietomallin ja sen lähtötietoluettelon tehokas päivittäminen ja ylläpitäminen. Tämä korostuu etenkin suurissa hankkeissa, joissa on useita eri toimijoita ja joissa lähtö- ja suunnittelutietoa on paljon sekä tietomallinnusta tehdään usean eri henkilön toimesta samanaikaisesti. Myös omat haasteensa tietomallintamiseen aiheuttavat eri suunnittelutahojen käyttämät ohjelmistot, tiedon siirrossa käytetyt tiedonsiirtoformaatit ja niiden yhteensopimattomuus, jolloin kaikki tieto ei siirry suunnittelu- ja hankevaiheiden eikä eri toimijoiden välillä ongelmitta. [36, s. 10][76, s. 52-53]

2.4 Tietomallinnusvaatimukset, formaatit ja nimikkeistö

Tietomallipohjaisen rakennusprosessin onnistuneen tiedonhallinnan ja toimivan yhteistyön ehdottomina edellytyksinä ovat alan yhtenäiset tietomallinnusohjeet. Infra-alalle on kehitetty toisiaan täydentävä kolmiosainen ohjekokonaisuus, joka muodostuu nimikkeistöstä, yleisistä inframallinnusvaatimuksista (YIV) sekä avoimista formaateista. Ohjeiden ensisijainen tarkoitus on ohjata ja yhdenmukaistaa inframallintamista, mutta myös kehittää alan tietomallinnuskäytäntöjä. [37, s. 4][113, s. 13]

2.4.1 Yleiset inframallivaatimukset

Infra-alan siirtyessä tietomallien käyttöön tulee infra-alan tilaajilla ja eri palveluiden tarjoajilla olla tietomallintamista koskeva yhteinen näkemys siitä, mitä ja miten tietomallintamista toteutetaan hankkeen kussakin vaiheessa. Tarve on synnyttänyt yleiset inframallintamisen vaatimukset, joiden on tarkoitus toimia hankkeen mallinnusohjeina sekä infrahankintojen yleisinä teknisinä viiteasiakirjoina. Yleisten inframallinnusvaatimusten julkaisusta sekä päivittämisestä vastaa BuildingSMART Finlandin infratoimialaryhmä. Viimeisin hyväksytty versio ohjeista on Yleiset inframallivaatimukset 2015, jonka osat ovat esitetty alla luettelona:

1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset mallinnusvaatimukset
3. Lähtötiedot
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit
 - 5.1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet
 - 5.2 Maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje
 - 5.3 Maarakennustöiden toteumamallin laadintaohje
6. Rakennemallit
 - 6.1. Järjestelmät
7. Rakennemallit
 - 7.1. Rakennustekniset rakennusosat
8. Inframallin laadunvarmistus
9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Infran hallinta
 - 11.1. Inframallinnus päällysteiden korjaamisessa
12. Inframallin hyödyntäminen suunnittelun eri vaiheissa ja rakentamisessa
 - 12.1. Maarakentamisen mallipohjainen laadunvarmistusmenetelmä. [136]

2.4.2 IFC, LandXML, Inframodel -formaatit

Inframallintamisen tiedonhallinnan ja yhteistyön perustana ovat yhtenäiset ja avoimet tietomallistandardit sekä tiedonsiirtoformaatit. Yhtenäisten ja avoimien formaattien käyttö mahdollistaa tiedon siirtymisen mahdollisimman informatiivisena ja mitään menettämättä ohjelmistosta ja hankevaiheesta toiseen. Yhtenäiset formaatit kasvattavat tiedon käyttömahdollisuuksia, tehostavat suunnittelutyötä ja antavat tarkempia ominaisuustietoja kohteen sisällöstä. Infra-alalla käytettävät tietosiirtostandardit ja formaatit voidaan jakaa paikkatietopohjaisiin lähtötietoihin, taitorakenteisiin sekä infrakohteisiin. Tässä

työssä käsitellään vain inframallintamisessa yleisesti käytetyt standardit ja formaatit: IFC, LandXML ja Inframodel. Avoimet formaatit eivät kuitenkaan ole aina riittävän kattavia tai sovelly yksinään inframallintamisen tarpeisiin, jolloin tiedon siirtämisessä ja tallentamisessa voidaan käyttää vaihtoehtoisesti esimerkiksi DWG-, DXF- tai GT -formaatteja. Näiden yleisten ja ohjelmistojen omien natiiviformaattien käyttö kuitenkin rajoittaa rakennneosien sisältämän tiedon siirtymistä hankevaiheesta toiseen. [37, s. 8, s. 11] [113, s. 13, s. 36]

Industry Foundation Classes (IFC)

IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen XML (Extensible Markup Language) -tiedostomuotoon pohjautuva talonrakennusalan avoin tiedonsiirtostandardi, johon pohjautuvaa IFC-tiedonsiirtoformaattia käytetään inframallintamisen taitorakenteiden, kuten siltojen ominaisuustietojen siirtämisessä. Tiedonsiirtostandardin kehittämisestä ja ylläpidosta vastaa nykyisin BuildingSMART -järjestö. Viimeisin versio formaatista IFC4.1 julkaistiin kesäkuussa 2017. Versioon sisältyy myös ensimmäinen inframallintamiseen liittyvä laajennus IFC Alignment, jonka paikkatietoalan standardisointi organisaatio OGC (Open Geospatial Consortium) sekä BuildingSMART ovat yhteistyössä kehittäneet. [37, s. 6, s. 12][83, s. 5-6][105][113, s. 6]

LandXML

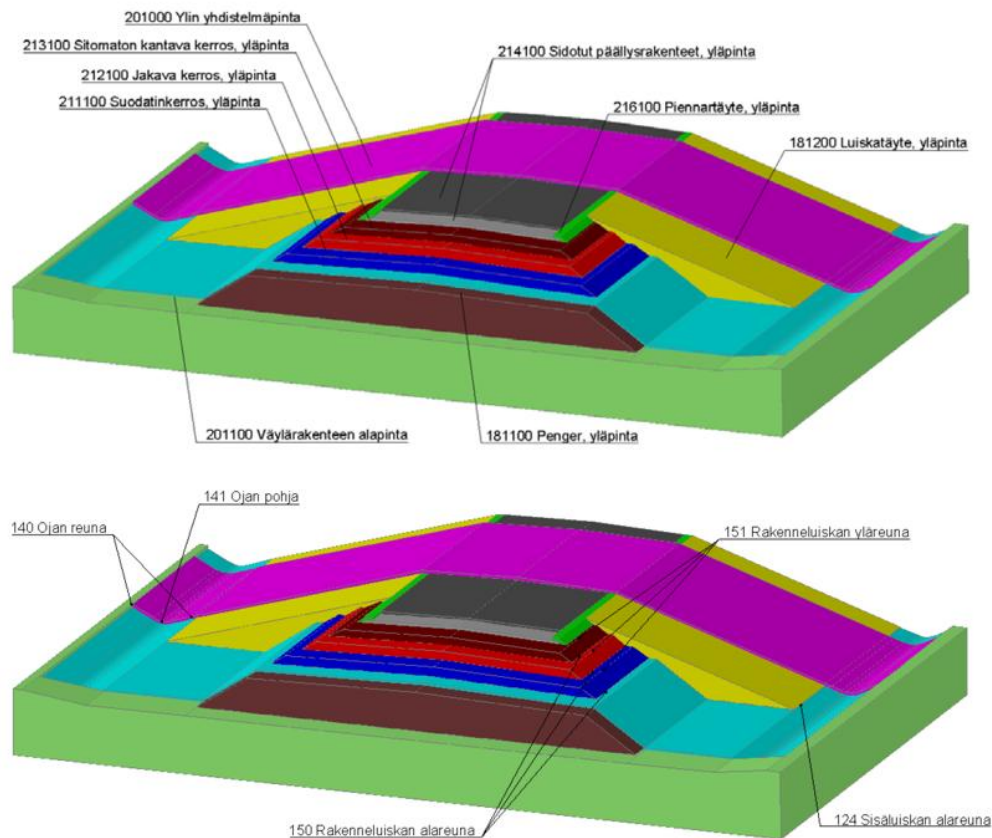
LandXML-formaatti kehitettiin aikoinaan erityisesti infra-alalle IFC-formaatin korvaajaksi mittaus- ja suunnittelutiedon tallentamiseen sekä tiedonsiirtoon. LandXML on IFC:n tavoin kansainvälinen XML-tiedostoon pohjautuva avoin tiedonsiirtostandardi. Formaatin kehityksestä vastaa nykyisin Building SMART -järjestö. Formaatin viimeisin versio 1.2 julkaistiin vuonna 2008. Kesäkuussa 2014 esiteltiin luonnos formaatin 2.0 versiosta, jonka kehitystyö jatkuu edelleen. [11, s. 13][42]

Inframodel (IM)

Inframodel (IM) on kansainväliseen LandXML -standardiin pohjautuva avoin tiedonsiirtoformaatti, joka on kehitetty erityisesti Suomen infrasuunnittelun ja -rakentamisen tarpeisiin. Inframodel on sisällöltään ja ominaisuuksiltaan LandXML-formaattia suppeampi, mutta se on jalostettu erilaisten rakennelaajennusten avulla paremmin vastaamaan infra-alan tarpeita. Laajennukset mahdollistavat muun muassa vesihuollon ominaisuustietojen tallentamisen ja siirron sekä InfraBIM-nimikkeistön numerointi- ja nimeämis-käytännön infrarakenteiden ja -mallien tiedonsiirrossa ja -jaottelussa. Vuonna 2016 BuildingSMART Finland, joka nykyisin vastaa formaatin kehittämisestä, julkaisi formaatin neljännen kehitysversion Inframodel4. Tätä versiota 1.2.2018 alkaen infra-alan suurimmat tilaajat edellyttävät käytettävän tilaajalle luovutettavan aineiston tiedonsiirtoformaattina kaikissa uusissa infrahankkeissa. [14][15][16][37, s. 6][47, s. 5]

2.4.3 InfraBIM-nimikkeistö

Infra-alan eri suunnitteluohjelmistoilla tuotetut infrarakenteet ja -mallit eivät aina ole eriävän mallinnustekniikoiden vuoksi tietosisällöltään suoraan yhteneviä ja yhteensopivia. Tämän vuoksi yleisiin inframallinnusvaatimuksiin on kirjattu mallinnuksen yhtenä perusvaatimuksena: ”tietomalli ja sen lopputuotteet sekä tulosteet perustuvat Infra-nimikkeistöjärjestelmään.” [37, s. 8] BuildingSMART Finland on kehittänyt Infra-rakennusosanimikkeistöön pohjautuvan sekä sitä laajentavan InfraBIM -nimikkeistön, joka täydentää inframallintamisen tietomallinnusohjeet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Nimikkeistö sisältää infrarakenteiden ja -mallien koko elinkaaren numerointi- ja nimeämiskäytännöt. Täten mahdollistetaan muun muassa inframallien rakennusosien rakennepintojen ja taiteviivojen sekä kohteen geometrialinjojen, maasto- ja maaperämallin yhtenäinen kuvaaminen sekä jaottelu. [17, s. 4-5][113, s. 13] Kuvassa 2.5 on esitetty esimerkkikuvien avulla väylärakenteen rakennepinnat sekä taiteviivat InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti.



Kuva 2.5. Väylärakenteen rakennepinnat ja taiteviivat [17, s. 9].

Yhtenäinen nimikkeistö mahdollistaa tiedon siirtymisen eri osapuolten välillä ja sen jatkojalostettavuuden ohjelmistosta ja hankevaiheesta toiseen. InfraBIM-nimikkeistön viimeisin käytössä oleva ohjeversio 1.6 pohjautuu Infra2015 -nimikkeistöön, ja se on julkaistu BuildingSMART Finlandin Infra-toimialaryhmän toimesta 18.4.2016. [18] [37, s. 8]

2.5 Tietomallin elinkaari

Inframallilla (InfraBIM) tarkoitetaan tietyn infrarakenteen tai -järjestelmän tietomallia, esimerkiksi kadun tiedot tallennettuna avoimeen tiedonsiirtoformaattiin, kuten LandXML tai Inframodelin mukaiseen tiedonsiirtotiedostoon. Infrahankkeen tietomalliproessin elinkaari sisältää useita erilaisia ja eri tarkoituksiin soveltuvia malleja, joista edellä mainitulla tavalla tallennettuina käytetään yleistermiä inframalli. [101, s. 5, s. 7] Lähtötiedoista laadittu lähtötietomalli toimii suunnittelun lähtötietona. Toteutusvaiheen suunnitelmamallista laaditaan työmaalle rakentamista varten toteutusmalli ja toteutusvaiheen mittatiedoista koostetaan toteutumamalli. Suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa tuotetuista tiedoista laaditaan ylläpitomalli, joka toimii infraomaisuuden yllä- ja kunnossapitohallinnan työvälineenä. Tuotetut inframallit toimivat jatkossa seuraavien hankevaiheiden ja hankkeiden lähtötietoina. [67, s. 4][113, s. 6, s. 34] Kuvassa 2.6. on esitetty infrahankkeen elinkaaren vaiheet ja inframallit. Nykyisin eri suunnitteluvaiheen malleista käytetään suunnitelmamalli -termiä tuotemallin sijaan.

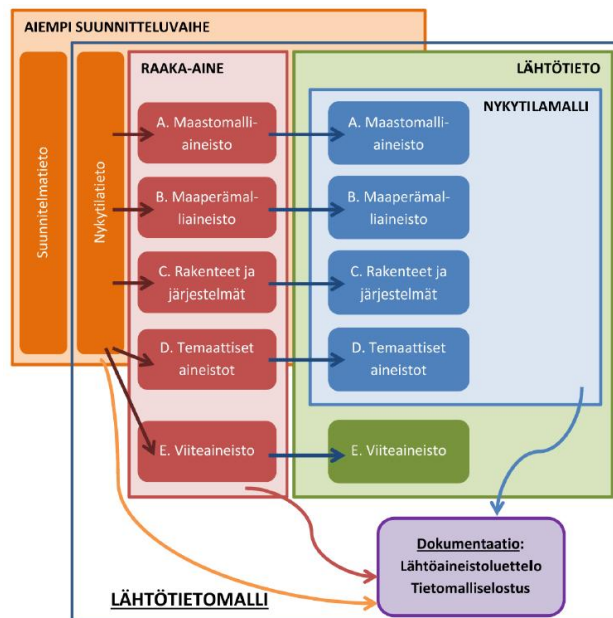


Kuva 2.6. Tietomalliproessin elinkaari ja inframallit, perustuu lähteisiin [118][121].

Optimitilanteessa on vain yksi inframalli, joka kattaa koko infrakohteen toteutusproessin elinkaaren kaikki vaiheet aina kohteen lähtötietojen hankinnasta ja suunnittelusta toteutukseen ja edelleen valmiin toteutuksen käyttöön sekä ylläpitoon. Näin malli päivittyy hankevaiheesta toiseen sisältäen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuuden digitaalisessa muodossa. [19]

2.5.1 Lähtötietomalli

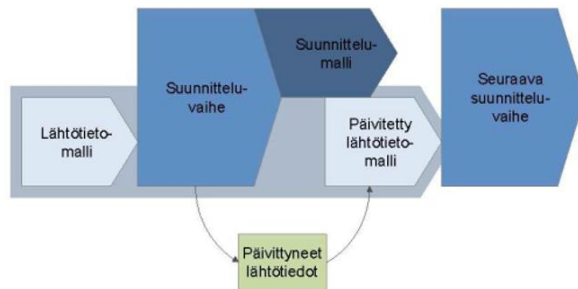
Lähtötietomalli on suunnittelun lähtötiedoiksi hankittujen tai mitattujen tietojen jaoteltu ja dokumentoitu kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Lähtötietomallin on tarkoitus kuvata kohteen nykytilaa, ja sen tavoitteena on saattaa alkuperäinen lähtöaineisto tietomallipohjaista suunnittelua tukevaan muotoon ja siten vähentää suunnittelutyöhön kuluva aikaa. [99][101, s. 8][102, s. 6][113, s. 17] Lähtötietomallin rakenne ja tietosisällön jaottelu muodostuvat kolmesta eri pääkansiosta: aiempi suunnitteluvaihe, raaka-aine ja lähtötieto sekä niiden alakansioista. Kansioihin jaoteltu lähtöaineisto täydentyy lähtötietomalliksi, kun prosessiin liitetään mallin muodostamisen yhteydessä päivittyvät lähtötietoluettelo sekä tietomalliselostus. Luettelo ja selostus ovat kiinteä osa mallia ja niiden tulee olla aina mallin mukana luovutusvaiheessa. [48, s. 6, s. 8][99] Lähtötietomallin jaottelu, pää- ja alakansiot sekä niiden tietosisältö on esitetty kuvassa 2.7.



Kuva 2.7. Lähtötietomallin rakenne [48, s. 6].

Aiempi suunnitteluvaihe -kansio sisältää aiempien vaiheiden suunnitelmatiedot, joista lähtötietomalliin poimitaan vain hankkeen kannalta oleellinen tieto. Raaka-aineisto on lähtötietomallin lähtöaineisto, jonka alakansioihin tallennetaan kaikki hankittu ja mitattu aineisto alkuperäisiä formaatteja sekä tiedostonimiä käyttäen. Lähtötietoluetteloon kirjataan kaikkien tallennettujen lähtöaineistojen alkuperä- ja metatiedot. Lähtötietomalliprosessissa raaka-aineiston sisältämä lähtötieto tulee muokata yhtenäiseksi eli harmonisoida, jotta aineistoa voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti tietomallipohjaisessa suunnittelussa. Lähtötiedoille tehtävä muokkaustoimenpide voi olla esimerkiksi formaatti-, koordinaatti- tai korkeusjärjestelmämuunnos, verkosto- tai pintamallinnus tai useamman tiedoston tai aineiston yhdistäminen. Harmonisoidut raaka-aineistot tallennetaan lähtötietokansion alle lähtötietomallijaottelun ja YIV-nimeämisohjeiden mukaisesti. Aineistoille tehty muokkaustoimenpiteet kirjataan lähtötietoluetteloon. [48, s. 8-10, s. 13]

Tietomallipohjaisessa hankkeessa lähtötietomalli on suositeltavaa muodostaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, mieluiten ennen ensimmäistä suunnitteluvaihetta, jolloin lähtötietomalli seuraa suunnittelun mukana vaihe vaiheelta samalla päivittyen ja tarkentuen edellisessä vaiheessa syntyneillä lähtötiedoilla. Oikein laadittu lähtötietomalli tarjoaa suunnittelijalle aina valmiit kohteen nykytilaa kuvaavat lähtötiedot valmiiksi harmonisoidussa muodossa. [48, s. 4][102, s. 6] Kuvassa 2.8. on esitetty lähtötietomallin päivittyminen suunnitteluvaiheiden välissä.



Kuva 2.8. *Lähtötietomalli osana tietomallipohjaista suunnittelua [48, s. 4].*

Lähtötietomallin hallinnan ja lähtötietojen luotettavuuden kannalta olennaisinta on muistaa kirjata kaikki aineistoa koskeva tieto lähtötietoluetteloon ja päivittää sitä. Lisäksi olennaista on ymmärtää lähtötietomallin raaka-aineiston sekä harmonisoidun raaka-aineiston erot ja pitää raaka-aineisto alkuperäisenä sekä koskemattomana koko elinkaaren ajan. [48, s. 9-10][99]

Nykytila- ja katselumalli

Nykytilamalli on lähtötietomallin osa, joka kuvaa kohteen nykytilaa. Viiteaineistot, kuten muun muassa laaditut suunnitelma, selostukset, selvitykset, viranomaispäätökset ja -luvat eivät sisälly nykytilamalliin. [101, s. 8, s. 30] Hankkeen lähtötietojen hallinnointia ja kokonaisuutta havainnollistamaan voidaan laatia myös erilaisia kartta- tai mallipohjaisia visualisointeja. Lähtötietojen visualisointia varten tehdystä yhdistelmämallista voidaan käyttää termiä katselumalli. Katselumalli voi sisältää useita erilaisia näkymiä, joissa kohteen lähtötiedot ovat esitetty visualisoituna 3d-muodossa. Mallinäkyssä voidaan esimerkiksi havainnollistaa suunnittelukohteen nykytilaa, tehtyjä suunnitelmia tai muita hankkeen kannalta olennaisia lähtötietoja. [48, s. 18]

2.5.2 Suunnitelmamalli

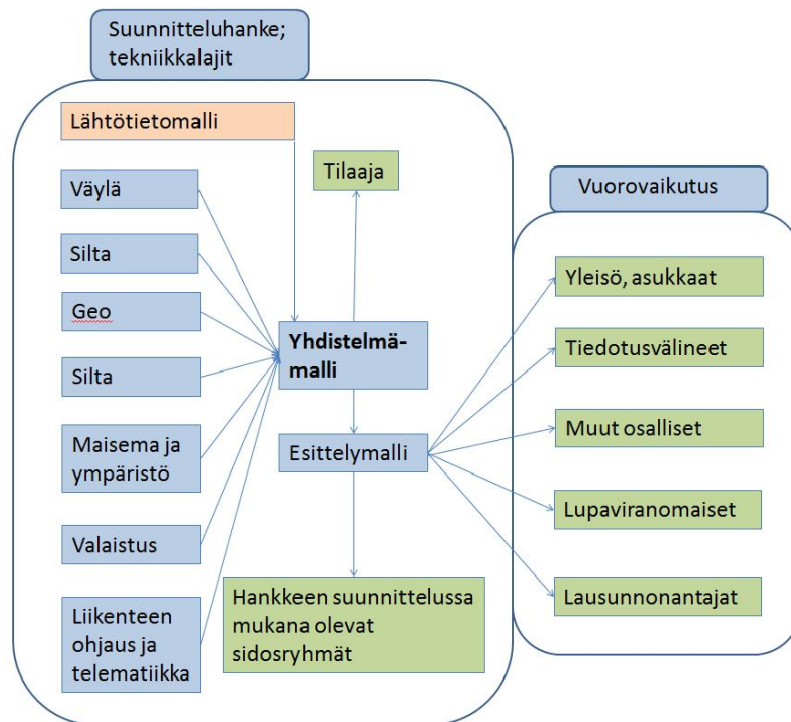
Suunnitelmamalli on infrarakenteen tai -järjestelmän tietyn suunnitteluvaiheen tietosisällön osajoukko, joka pitää sisällään tehdyt suunnitelmaratkaisut. Usein suunnitelmamalli jaetaan hankkeen aikana organisoinnin helpottamiseksi pienempiin osakokonaisuuksiin, osamalleihin, suunnitteluvaiheen ja tekniikkalajin mukaan. Suunnitelmamallien ja niiden osamallien lisäksi suunnitteluhanke pitää sisällään usein eri käyttötarkoituksiin laadittuja työnaikaisia malleja, kuten yhdistelmämallia tai niistä jalostettuja esittelymalleja. [21, s. 7][37, s. 7][101, s. 38]

Yhdistelmämalli

Suunnitteluhankkeen eri tekniikkalajien osamalleista ja lähtötietomallista voidaan muodostaa yhdistelmämalli, joka toimii infrahankkeen suunnittelun yhteensovittamisen ja vuorovaikutuksen työvälineenä. Yhdistelmämallissa hankkeen eri tekniikkalajien osamallit kootaan yhteen, yhdeksi tekniseksi malliksi, joka mahdollistaa eri tekniikkalajien suunnitelmaratkaisujen yhtenäisen ja kolmiulotteisen havainnollistamisen. Osamallien ja lähtötietojen tekninen havainnollistaminen mahdollistaa muun muassa suunnitelmaratkaisujen, hankeosien ja suunnitelmarajakohdtien yhteensopivuuden sekä vuoropuhelun hankkeen eri osapuolten kesken. [70, s. 11][113, s. 20]

Esittelymalli

Esittelymalli on yhdistelmämallista jalostettu visuaalinen malli, jonka tarkoituksena on havainnollistaa lopullista suunnittelutilannetta. Mallissa kuvataan vain lopputilanteessa näkyvät rakenteet ja pinnat mahdollisimman todenmukaisesti erilaisia objekteja, tekstuuria, valoja, varjoja sekä muita detaljeja apuna käyttäen. Esittelymalli antaa selkeän ja helposti ymmärrettävän kokonaiskuvan hankkeesta ja sen suunnitteluratkaisuista. Mallipohjainen esittävä havainnollistaminen toimii erinomaisesti hankkeen viestinnän ja markkinoinnin välineenä tukien vuorovaikutusta sekä päätöksentekoa eri sidosryhmien ja osapuolten välillä. Esittelymalli toimii lisäksi pohjana erilaisille simuloinneille. [37, s. 6] [70, s. 11][113, s. 6, s. 21] Havainnollistamisen eri keinoja sekä eroja on käsitelty tarkemmin luvussa 2.7. Kuvassa 2.9. on esitetty yhdistelmä- ja esittelymallin käyttö sekä hyödyntäminen osana suunnitteluhanketta.



Kuva 2.9. Yhdistelmä- ja esittelymalli osana suunnitteluhanketta [70, s. 12].

2.5.3 Toteutusmalli

Toteutusmalli on infrarakenteen tai -järjestelmän toteutusvaiheen suunnitelmamallista työmaalle rakentamista varten laadittu malli, joka sisältää toteutukseen liittyvät tiedot, kuten rakentamisen tehtävät, resurssit sekä aikataulun. Toteutusvaiheen suunnitelmamallista laadittu toteutusmalli koostuu useista eri rakennepinnoista, joista jokainen pinta muodostaa yksinään toteutusmallin, ja kaikki pinnat yhdessä muodostavat kohteen toteutusmallin. Usein infrakohteen toteutusmallilla tarkoitetaan suunnitelmamallista tuotettuja kolmiulotteisia koneohjausmalleja tai työmaan mittauksia varten tuotettuja paikalleenmittausmalleja. [104, s. 4][113, s. 33]

Koneohjaus- ja paikalleenmittausmalli

Toteutusvaiheen suunnitelmamallista voidaan tuottaa työmaalle koneohjausjärjestelmää varten erillisiä kolmiulotteisia koneohjausmalleja. Koneohjausmalleja voidaan muodostaa infrarakenteiden ja rakennepintojen jatkuvista kolmiulotteisista geometrialinjoista, taiteviivoista ja pisteaineistosta sekä niistä kolmioiduista pintamalleista. Lisäksi työmaalle voidaan tuottaa toteutusmallin osamalleja, paikalleenmittausmalleja, joiden avulla infrakohteen suunnitellut rakenteet ja -järjestelmät saadaan mitattua ja merkittyä maastoon rakentamista varten. [113, s. 6, s. 33]

2.5.4 Toteumamalli

Toteutusmalli voidaan päivittää infrarakenteen tai -järjestelmän rakentamisen jälkeen toteumamalliksi, jos kohde on toteutettu suunnitellun mukaisesti toleranssien sallimissa rajoissa ja täyttää sille esitetyt laatuvaatimukset. Toteumamalli antaa tarkan kokonaiskuvan toteutuneesta rakenteesta tai järjestelmästä ja sen tulee vastata sisällöltään rakennettua. Hankkeen valmis toteumamalli kattaa rakentamisen mittaukset ja koneautomaation tietosisällön: lopulliset toteutusmallit, tarke- ja toteumamittaukset sekä erityiset kartoitustiedot. Toteumamalli toimii rakenteen tai järjestelmän laadun ja vaatimusten todentamisen välineenä sekä omaisuuden hallinnan lähtötietona ja yläpitomallin pohjana. [74, s. 4, s. 7]

2.5.5 Ylläpitomalli

Infrarakenteen tai -järjestelmän elinkaaren aikaiset mallit ja niiden tietosisältö toimivat infraomaisuuden yllä- ja kunnossapitohallinnan lähtötietona sekä pohjana ylläpitomallille. Tietomalliprosessin elinkaari mahdollistaa suunnittelu- ja rakentamisvaiheen tietosisällön siirtymisen mahdollisimman kattavasti mitään menettämättä hankkeen ylläpito- ja kunnossapitovaiheen hyödynnettäväksi. Ylläpitomalli toimii infrahankkeen tietosisällön säilytyspaikkana ja rekisterinä sekä seuraavien hankkeiden ja hankevaiheiden lähtötietona. Ylläpitomallin avulla infraomaisuuden yllä- ja kunnossapidon suunnittelu, ohjaus sekä ohjelmointi tehostuvat, kun tarvittavat toimenpiteet voidaan kohdistaa oikea-aikaisesti niitä eniten tarvitseviin kohteisiin tarkkojen ominaisuus- ja historiatietojen pohjalta. [67, s. 4][113, s. 6, s. 34][130, s. 58]

2.6 Tietomallipohjainen hanke

2.6.1 Hankkeen suunnittelu

Ennen tietomallipohjaisen hankkeen aloitusta tulee hankkeen käynnistysvaiheessa suunnitella ja dokumentoida tietomallinnuksen toteuttaminen. Hankkeen laajuus ja koko huomioiden suunnittelu ja dokumentointi voidaan sisällyttää suunnitteluohjelmaan tai tiedonhallintasuunnitelmaan. Suuremmissa hankkeissa on käytössä erillinen tietomallisuunnitelma tai -strategia. Tietomallisuunnitelma käydään läpi hankkeen aloitusvaiheessa ensimmäisissä kokouksissa ja tarvittaessa sitä tarkennetaan. [37, s. 13][113, s. 15] Yleisten inframallinnusvaatimusten (YIV2015) mukaan tietomallisuunnitelmassa tulee esittää ainakin seuraavat asiat:

- hankkeessa noudatettavat ohjeet
- mallintamisen tavoitteet
- mallinnuksen käyttötarkoitukset
- mallinnuksen laajuus ja tarkkuustaso
- vastuuhenkilöt
- inframallin dokumentointi
- prosessikuvaus: organisointi, yhteistyö ja tiedonvaihto sekä aikataulu
- laadunvarmistus [37, s. 13].

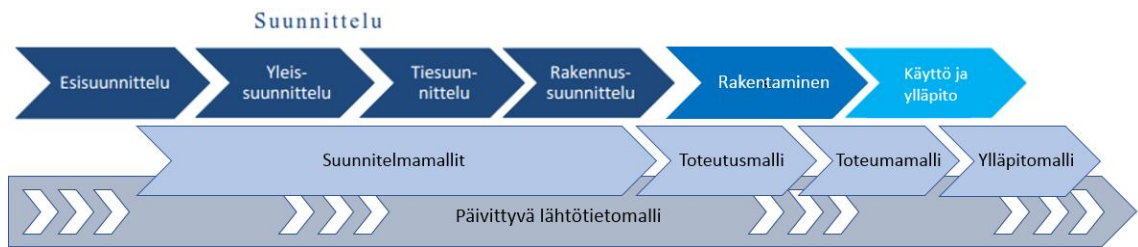
Liikenneviraston tie- ja ratahankkeiden inframallinnusohjeiden (12/2017) mukaan edellisten lisäksi tietomallisuunnitelmassa tulee kuvata seuraavat asiat:

- lähtötietojen mallintaminen
- yhdistelmämallin muodostaminen
- mallinnuksen hyödyntäminen vuorovaikutuksessa
- mallinnuksessa käytettävät ohjelmistot
- malliaineiston tallennus ja jakelu
- malliaineiston luovutus [113, s. 15].

2.6.2 Hankkeen vaiheet

Infrahankkeen elinkaari voidaan jakaa hankevaiheiden perusteella kolmeen osaan: suunnitteluun, rakentamiseen sekä käyttöön ja ylläpitoon. Tietomallipohjainen toteutus voidaan periaatteessa aloittaa mistä suunnittelu- tai hankevaiheesta tahansa, mutta tietomallintamisesta saatavan suurimman hyödyn ja edun saamiseksi mallintaminen on suositeltavaa aloittaa jo ennen ensimmäistä suunnitteluvaihetta lähtötietomallin muodostamisella, jolloin lähtötietomalli kulkee hankevaiheesta toiseen samalla päivittyen ja tarkentuen edellisessä vaiheessa syntyneillä lähtötiedoilla. Optimitilanteessa yksi ja sama inframalli kulkee hankevaiheesta toiseen täydentyen ja sisältäen aikaisempien vaiheiden tiedot digitaalisessa muodossa. [70, s. 5, s. 15-16]

Kuvassa 2.10. on esitetty infrahankkeen hankevaiheet ja inframallit



Kuva 2.10. Infrahankkeen vaiheet ja inframallit, perustuu lähteisiin [48, s. 5][67, s. 4] [77, s. 42].

Suunnittelu

Infrahankkeen suunnittelu on vaiheittain tarkentuva prosessi, joka pitää sisällään usein enemmän kuin yhden suunnitteluvaiheen. Väyläsuunnittelu toimii yleensä infrahankkeen tietomallintamisen pohjana ja ohjaa muuta suunnittelua. Tämän vuoksi suunnitteluvaiheet noudattavat väyläsuunnittelun hierarkiaa. Suunnitteluvaiheet voidaan jakaa esi-, yleis-, tie- ja rakennussuunnitteluun. Tietomallintamisen laajuus, tarkkuus, käyttökohteet ja siitä saatavat hyödyt ovat hankekohtaisia ja vaihtelevat suunnitteluvaiheesta toiseen. Mallintamisen taso voi myös vaihdella hankkeen aikana eri suunnittelualojen välillä. [21, s. 4] [70, s. 5, s. 15] Seuraavassa on esitelty tietomallintamisen käyttö ja hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa.

Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheen tavoitteena on kartoittaa kaikki mahdolliset ja toteutuskelpoiset ratkaisuvaihtoehdot, selvittää vaihtoehtojen kustannukset ja vaikutukset ympäröivään maankäyttöön, ympäristöön, liikenteeseen sekä kaikkiin muihin tekijöihin, joihin esitetyt ratkaisut saattavat vaikuttaa. Esisuunnitteluvaiheen tietomallintamisen laajuus ja siitä tuotetun aineiston sisältö vaihtelee hankkeen mukaan. [70, s. 15]

Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaihteen tavoitteena on löytää hankkeen kannalta paras ja toteutuskelpoinen vaihtoehto jatkosuunnittelun pohjaksi. Yleissuunnitteluvaiheessa jo aiemmin kartoitetuista vaihtoehdoista vain parhaimmat mallinnetaan tarkempien kustannusten ja vaikutusten arvioimiseksi, vaihtoehtojen vertailun helpottamiseksi ja niiden havainnolliseksi sekä päätöksen teon tueksi. Yleissuunnitelmassa valittu ja viimeistelty suunnitelmavaihtoehto tulee hyväksyttävä ennen seuraavaa suunnitteluvaihetta. [70, s. 15]

Tiesuunnittelu

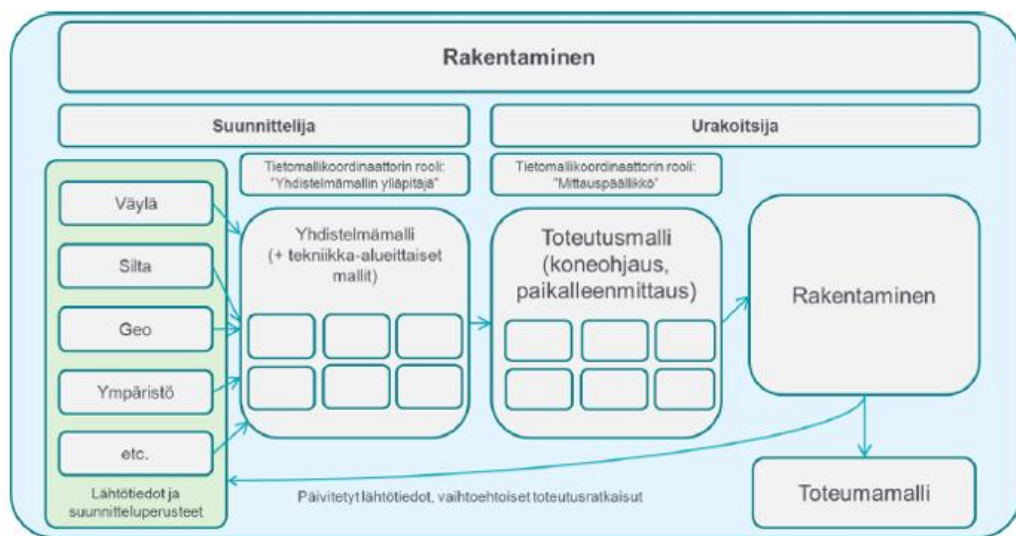
Tiesuunnitteluvaiheen tavoitteena on tuottaa hallinnollisesti hyväksyttävä tiesuunnitelma ja suunnitella sekä mallintaa kohde sekä siinä esitettävät ratkaisut tarkkuudella, joka tukee ja tarkentaa tiesuunnitteluvaiheen havainnollisuutta sekä kustannusten, vaikutusten ja toteutuskelpoisuuden arviointia että alue- ja tilavaraustarpeiden määrittämistä [70, s. 15].

Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitteluvaihteen tavoitteena on suunnitella ja mallintamalla tuottaa kohteen toteutusta varten tarvittava aineisto. Rakennussuunnitteluvaiheessa ratkaistaan suunnittelun viimeisetkin yksityiskohdat. Mallinnus toteutetaan siten ja sillä tarkkuudella, että se korvaa perinteisen suunnittelun detaljisuunnitelman sekä tukee muun muassa rakennussuunnitteluvaiheen yhteensovittamista, määrälaskentaa ja havainnollistamista sekä palvelee työmaan mittaus- ja koneautomaatiota, laadunvarmistusta, aikataulutusta sekä hankintoja. [70, s. 15]

Rakentaminen

Rakennusvaiheessa, lähtötietojen tarkentuessa, suunnittelua jatketaan rakentamisen ohella suunnitelmamuutosten laadinnalla sekä lähtötieto-, suunnitelma- ja yhdistelmämallien päivittämisellä. Ajantasaisesta rakennussuunnitteluvaiheen yhdistelmämallista tuotetaan rakentamisen aikana työmaan tarpeisiin erilaisia toteutusmalleja, kuten koneohjaus- ja paikalleenmittausmalleja. Rakennusvaiheen ollessa valmis voidaan kohteesta tuottaa erillinen toteumamalli. [70, s. 15] Rakennusvaiheen tietomallintamisen toteutus, sisältö ja mallit ovat esitetty kuvassa 2.11



Kuva 2.11. Tietomallin hyödyntäminen hankkeen rakennusvaiheessa [70, s. 16].

Käyttö ja ylläpito

Rakennusvaiheen lopuksi tuotettu toteumamalli toimii pohjana käyttö- ja ylläpitovaiheen ylläpitomallille. Ylläpitomalli pitää sisällään koko hankkeen aikaisen digitaalisen tiedon kokonaisuuden, palvelee käytönaikaisia tarpeita sekä toimii lähtötietona muun muassa infran hoito- ja kunnossapitourakoinnille sekä korvausinvestoinneille. [70, s. 16]

Kuvassa 2.12. on esitetty ylläpitomallin hyödyntäminen käyttö- ja ylläpitovaiheessa



Kuva 2.12. Ylläpitomalli toimii lähtötietona infran omaisuuden hallinnalle [70, s. 17].

2.6.3 Hankkeen tehtävät

Tietomallipohjainen suunnittelu- ja rakennushanke pitää sisällään useita erilaisia tehtäviä, joiden laajuus määräytyy hankkeen koon ja hankevaiheen mukaan. Tehtävät voidaan jakaa Yleisten inframallivaatimusten (2015) mukaan:

- ohjaukseen- ja koordinointiin
- lähtötietojen hankintaan ja mallintamiseen
- suunnitteluun ja rakentamiseen
- tekniikkalajien yhteensovittamiseen
- vuorovaikukseen ja yhteistyöhön
- laadunvalvontaan. [70, s. 6]

Hankkeen ohjaukseen ja koordinointiin kuuluu tietomallinnuksen vaiheistuksen ja aikataulun laadinta sekä niiden yhteensovittaminen suunnittelutyön kanssa. Lisäksi ohjaukseen ja koordinointiin sisältyy muun muassa vastuu hankkeen tietomallinnuksen ohjeistuksesta, ohjauksesta sekä valvonnasta. Lähtötietojen hankinta ja mallintaminen pitää sisällään seuraavat osatehtävät:

- hankkeen raaka-aineiston eli lähtö- ja viiteaineistojen tilaamisen
- lähtöaineiston muokkauksen eli harmonisoinnin
- raaka-aineiston ja harmonisoidun lähtöaineiston tallentamisen lähtötietomalliin
- lähtöaineistoa koskevien tietojen dokumentoinnin lähtötietoluetteloon
- kaksiulotteisten lähtötietojen mallintamisen 3D-muotoon. [70, s. 6]

Hankkeen suunnittelu ja rakentaminen tulee toteuttaa tietomallipohjaisesti hyödyntäen tiedonhallinnassa tietomalliprosessien aikaisia inframalleja ja avoimia tiedonsiirtoformaatteja. Suunnitteluvaiheessa on yhteisesti sovittava, miten ja missä formaatissa tietoa siirretään eri tekniikkalajien välillä ja käytetäänkö osamallien yhteensovittamiseen yhdistelmämallia. Tekniikkalajien suunnitelmaratkaisujen yhteensovittamista tulee seurata ja yhteensovittaminen tulee toteuttaa ennalta sovituin väliajoin tehtävin tarkastuksin. Tietomallipohjainen havainnollistaminen ja yhteensovittaminen helpottavat suunnitteluratkaisujen hahmottamista sekä mahdollistaa vuoropuhelun ja paremman yhteistyön hankkeen eri osapuolten ja sidosryhmien kesken. Tietomallipohjainen havainnollistaminen parantaa siten hankkeen suunnittelun laatua, laadunvarmistusta ja lopputulosta. [70, s. 6-7]

Tietomallin laadunvalvonta perustuu säännöllisesti tehtävän oman toiminnan laadunvarmistukseen, jonka vaiheista palveluntuottajan laatii itselle luovutusraportin. Dokumentoitu tarkastusraportti luovutetaan tilaajalle inframallin mukana. Laadunvarmistusprosessin tarkoituksena on tarkastella sekä arvioida eri menetelmin tietomalliaineiston oikeellisuutta. Tavoitteena on pyrkiä jo ennalta hahmottamaan mallissa esiintyvät virheet, puutteet sekä ristiriidat ja puuttumaan niihin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Onnistuneella laadunvarmistuksella on todettu olevan positiivisia vaikutuksia hankkeen keston, kustannuksiin sekä suunnitelmien laatuun. [67, s. 4-7][70, s. 7]

2.6.4 Hankkeen toimijat ja roolit

Tietomallihanke sisältää useita eri toimijoita, joiden määrä ja roolit määräytyvät hankkeen sisällön, laajuuden sekä hankevaiheen mukaan [70, s. 8]. Seuraavassa on esitetty hankkeen suunnitteluvaiheen keskeisimmät toimijat ja niiden roolit.

Tilaaja

Tilaaja vastaa hankkeen rahoituksesta, valmistelusta, läpiviennistä ja johtamisesta sekä tekee tietomallinnukseen liittyvät päätökset ja hankinnat. Lisäksi tilaajan tehtäviin kuuluu valmiin lopputuloksen vastaanottaminen ja arkistointi. Tilaaja tekee päätökset myös hankkeessa käyttämänsä oman organisaationsa laajuudesta sekä rooleista ja se voi ulkoistaa tai käyttää apuna sille kuuluvissa tehtävissä ulkopuolisia asiantuntijoita. Hankkeessa tilaaja toimii yleensä katselukäyttäjä-roolissa suhteessa tietomallinnukseen, mutta sen käyttämällä ulkopuolisilla asiantuntijoilla tulee olla käytössä täydet oikeudet ja työvälineet tietomallin tarkastamiseksi. [70, s. 8]

Palveluntuottajan projektinjohtaja

Projektipäällikön ensisijainen tehtävä on johtaa hankkeen tietomallinnusta. Projektipäällikkö voi jakaa tehtäviään hankkeen sisällä myös muille toimijoille, mutta on silti vastuussa jakamiensa tehtävien onnistumisesta ja lopputuloksesta. Tietomallinnuksen projektipäällikön käyttäjärooli hankkeessa on yleensä katselukäyttäjä. [70, s. 8]

Pääsuunnittelija

Pääsuunnittelijan tehtävä on vastata hankkeen suunnittelu- ja tietomallinnuskokonaisuuden aikataulutuksesta sekä järjestelyistä, jossa apuna voivat toimia eri tekniikkalajien toteutuksesta vastuussa olevat suunnittelijat. Hankkeissa, joissa tietomallinnuksen osuus on suuri tai pääsuunnittelija ei voi toimia hankkeen tietomallikoordinaattorina, voidaan pääsuunnittelijan vastuulla olevat tietomallinnukseen liittyvät tehtävät siirtää erilliselle tietomallikoordinaattorille. [70, s. 8]

Tietomallikoordinaattori

Tietomallikoordinaattorin työnkuva pitää sisällään useita tehtäviä, jotka liittyvät muun muassa tietomallinnuksen suunnitteluun, aikatauluttamiseen, yhteensovittamiseen sekä laadunvarmistukseen. Tehtäväsisältö ja laajuus vaihtelevat hankkeen mukaan, mutta yleisiä tietomallikoordinaattorin vastuulle asettuja tehtäviä ovat muun muassa:

- tietomallisuunnitelman laadinta ja ylläpito
- yhdistelmämallin kokoaminen ja tietomalliselostuksen laadinta
- tietomallien työnaikaiset tarkastukset sekä tekninen laadunvarmistus
- tietomallintamiseen liittyvien kokousten järjestäminen sekä niihin osallistuminen.

Lisäksi tietomallikoordinaattori vastuulla on, että tilaajan tietomallinnukselle asettamat tavoitteet sekä vaatimukset täyttyvät ja eri tekniikkalajien osamallit sopivat yhteen. [70, s. 8]

Suunnittelijat

Suunnittelijoiden tehtävänä on laatia oman tekniikkalajinsa osamallit ja suunnitelmat yleisiä suunnitteluperiaatteita sekä hankekohtaisia tietomalliohjeita ja vaatimuksia noudattaen. Lisäksi eri tekniikkalajien suunnittelijat vastaavat kukin oman osamallinsa sisältämän aineiston laadunvarmistuksesta. [70, s. 9]

2.7 Tietomallipohjainen havainnollistaminen

Tietomallintamisen merkittävin etu ja hyöty tehokkaan tiedonhallinnan ohella on mahdollisuus suunnittelu- ja lähtöaineiston havainnollistamiseen hankkeen elinkaaren eri vaiheissa. Havainnollistamisen tarkoituksena on antaa selkeä ja helposti ymmärrettävissä oleva kokonaiskuva hankkeesta, kuvata sen hetken suunnittelutilanne ja -ratkaisut, helpottaa vaihtoehtojen vertailua sekä analysointia, toimia suunnittelun ohjauksessa ja päätöksen teon tukena, parantaa yhteensopivuusongelmien ja ristiriitojen havaitsemista ja suunnitelman laatua sekä laadunvarmistusta. Havainnollistamista voidaan hyödyntää muun muassa hankkeen viestinnässä, markkinoinnissa sekä laadunvarmistuksessa ja sen avulla pystytään parantamaan vuorovaikutusta ja yhteistyötä hankkeen eri toimijoiden, sidosryhmien sekä osapuolten välillä. Tietomallipohjainen havainnollistaminen voidaan jaotella mallin sisällön ja esitystavan mukaan tekniseen tai esittävään havainnollistamiseen. [49, s. 4, s. 14]

Kuvissa 2.13 ja 2.14 on esitetty tietomallipohjaisen havainnollistamisen avulla Tampereen rantatunnelin vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut.



Kuva 2.13. Havainnekuva lyhyestä tunnelivaihtoehdosta [49, s. 18].



Kuva 2.14. Havainnekuva pitkästä tunnelivaihtoehdosta [49, s. 18].

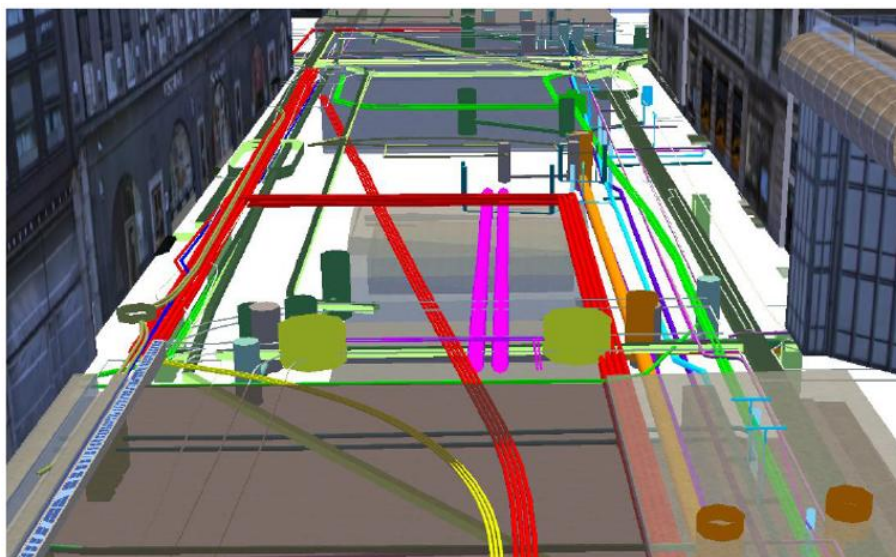
2.7.1 Tekninen havainnollistaminen

Tekninen havainnollistaminen toimii infrahankkeen suunnittelun ja rakentamisen yhteensovittamisen sekä vuorovaikutuksen apuvälineenä. Teknisen havainnollistamisen tavoitteena on esittää ja erotella mallista erilaisin visuaalisin keinoin seuraavat asiat:

- kohteen nykytila, nykyiset rakenteet ja järjestelmät
- purettavat ja suojattavat rakenteet sekä järjestelmät
- suunnittelutilanne, suunnitellut rakenneosat
- toteutunut tilanne, toteutuneet rakenneosat
- epävarman tiedon kohteet, rakenteet ja järjestelmät.

Selkeyden ja havainnollisuuden parantamiseksi inframallin suunniteltujen ja rakennettujen rakenteiden ja -järjestelmien rakenneosat esitetään voimakkein värisävyin, ja nykytilaa kuvaavat rakenteet sekä järjestelmät vastaavasti vaaleita ja harmaan sävyjä käyttäen. [49, s. 4-5]

Kuvassa 2.15. on havainnollistettu kadun kunnallisteknisen järjestelmä rakenteet ja osat teknistä esitystapaa käyttäen.



Kuva 2.15. Esimerkki kunnallistekniikan teknisestä havainnollistamisesta [49, s. 7].

2.7.2 Esittävä havainnollistaminen

Esittävän havainnollistamisen tavoitteena on antaa infrakohteesta mahdollisimman helposti ymmärrettävä ja todenmukainen kuva. Tämän vuoksi esittävää havainnollistamista hyödynnetään etenkin infrahankkeiden esittelyssä, viestinnässä ja markkinoinnissa sekä hankkeen vuorovaikutuksen apuvälineenä asukkaiden ja muiden sidosryhmien välillä. Teknisen havainnollistamisen tavoin myös esittävä havainnollistaminen pohjautuu inframallin suunnittelu- ja lähtötietoon, mutta esitystavan laatuvaatimukset ovat teknistä havainnollistamista selvästi korkeammat ja siten myös havainnollistamiseen vaadittava lisätyömäärä on selvästi suurempi. Esittävää havainnollistamista varten erikseen laadittu yksittäinen malli, joka ei perustu lainkaan hankkeen inframalliin, ei välttämättä sisällä lainkaan ominaisuustietoa, vaan se on erillisistä kolmiulotteisista geometrioista, objekteista ja pinnoista muodostettu ja sisällöltään vain visuaalinen graafinen malli. Hankkeen aikataulu- ja kustannustehokkuuden vuoksi esittävien havainnemallien toteutus ja käyttötarkoitus tuleekin harkita aina huolella ja niiden laatiminen tulisikin olla sisällytettynä osaksi suunnitteluprosessia. [33][49, s. 9-10, s. 12, s. 14]

Esittävässä havainnollistamisessa kohteesta esitetään vain valmiit, näkyviin jäävät pinnat ja rakenteet, joille määritellään todellisuutta mahdollisimman hyvin kuvaava ulkonäkö valaistuksen ja varjojen sekä erilaisten objektien, materiaalien sekä tekstuurien väri-, läpinäkyvyys, heijastavuus- ja kiiltävyysominaisuuksien avulla. Havainnollisuutta ja todenmukaisuutta lisäämään malliin voidaan tuoda valokuvarastereita esimerkiksi luonnonmateriaaleista tai rakennusten julkisivuista. [49, s. 9-10]

Kuvassa 2.16 on havainnollistettu väyläkohde päiväsaikaan esittävää esitystapaa käyttäen.



Kuva 2.16. Esimerkki väylän esittävästä havainnollistamisesta päiväsaikaan [49, s. 9].

Vuorokauden ja vuodenaikojen vaihtelua voidaan havainnollistaa valaistuksen ja aurin-
gonvalon määrää muuttamalla, jolloin kohde voidaan kuvata eri valaistuksissa ja olosuh-
teissa, näin ja sitä voidaan arvioida eri näkökulmista [49, s. 10]. Kuvassa 2.17 on havain-
nollistettu väyläkohde iltavalaistuksessa kesäaikaan esittävää esitystapaa käyttäen.



Kuva 2.17. Esimerkki väylän esittävästä havainnollistamisesta iltavalaistuksessa kesäai-
kaan [49, s. 11].

Kaikkien havainnemallissa esitettyjen asioiden ei kuitenkaan aina tarvitse olla kuvattu täysin todenmukaisesti. Esimerkiksi suunnittelu- tai luonnosvaiheessa olevat rakennukset voidaan esittää infrakohteissa laatikkomaisina objekteina tai harmaina massoina niin, että asioiden ymmärrettävyys ja havainnollisuus parantuvat, mutta todellisuus ei vääristy. [49, s. 11]

3. YHDYSKUNTATEKNINEN SUUNNITTELU MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA

Maankäytön ja rakentamisen suunnittelulla luodaan ”edellytykset hyvälle ja elinvoimaiselle asuin- ja elinympäristölle. Hyvin suunnitellut kaavoitusratkaisut sekä toimiva ja eheä yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelyt luovat hyvinvointia ja elinvoimaa sekä edistävät kestävä kehitystä.” [59] Maankäyttöä ja rakentamista ohjaavat useat eri lait ja säädökset, joissa määritellään muun muassa ”yksityisiä toimijoita koskevat velvoitteet ja vastuut sekä viranomaisten ohjaus- ja valvontatehtävät.” [59] Lakien tavoitteena on muun muassa ”luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä rakennettu ympäristö ja jossa eri väestöryhmien tarpeet on otettu huomioon, varmistaa rakentamisen hyvä laatu ja energiatehokkuus, tiivistää ja eheyttää yhdyskuntarakennetta ja edistää kestävä kehitystä sekä turvata kansalaisille osallistumismahdollisuus maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa.” [57][59]

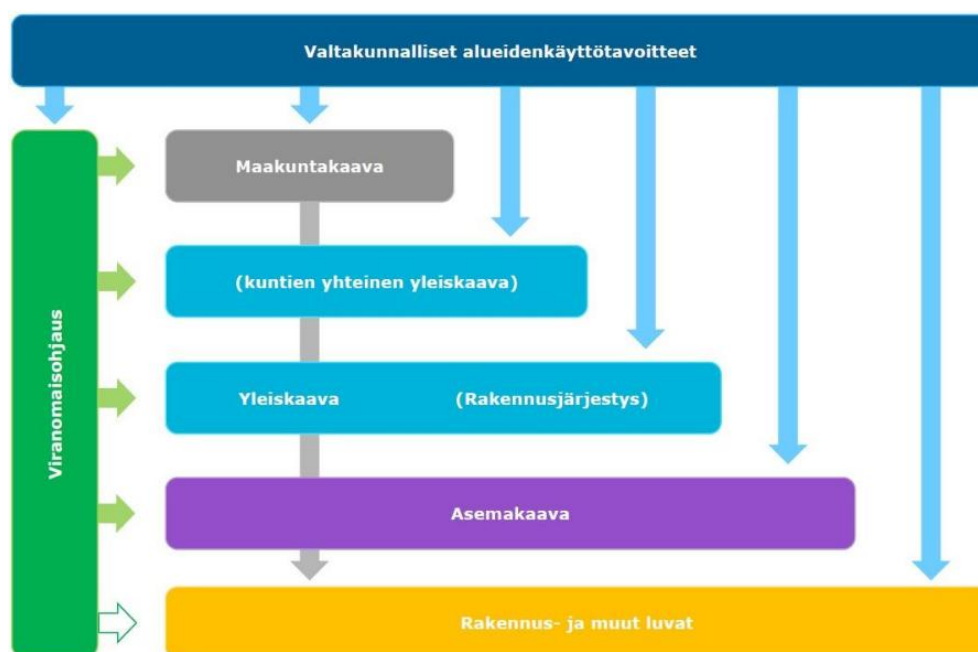
3.1 Maankäytön suunnittelu

Maankäytön suunnittelu on ”yhdyskuntia ja maakuntia koskeva fyysinen suunnittelu, jossa lainsäädännön avulla ja hallintopäätöksin pyritään ohjaamaan maa-alueiden järjestelyä ja käyttöä.” [23] Suunnittelun tavoitteena on ”luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle ja edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä.” [27] Maankäytön ohjauksesta ja siihen liittyvästä lainsäädännön kehittämisestä sekä valmistelusta vastaa ympäristöministeriö, jonka tehtävänä on varmistaa, että laissa maankäyttöä sekä kaavoitusta koskevat vaatimukset ja tavoitteet toteutuvat. Kuntatasolla maankäytön suunnittelua ja kaavoitusta ohjaavat, valvovat ja tarvittaessa neuvovat paikalliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset). [59]

3.1.1 Maankäytön suunnittelujärjestelmä

Maankäytön suunnittelujärjestelmä on vaiheittain tarkentuva prosessi, jossa valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat maakuntien ja kuntien yleispiirteisten sekä yksityiskohtaisten kaavojen suunnittelua. Alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi maankäytön suunnittelua ohjaavat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä erilaiset seutu- ja kuntastrategiat, kunnan maapolitiikka sekä rakennusjärjestys. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi suunnittelujärjestelmä sisältää maakunta-, yleis- sekä asemakaavatasot. [58][59]

Kuvassa 3.1. on esitetty maankäytön suunnittelujärjestelmän eri osat, tasot ja hierarkia.



Kuva 3.1. Maankäytön suunnittelujärjestelmän tasot ja hierarkia [131, s. 2].

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

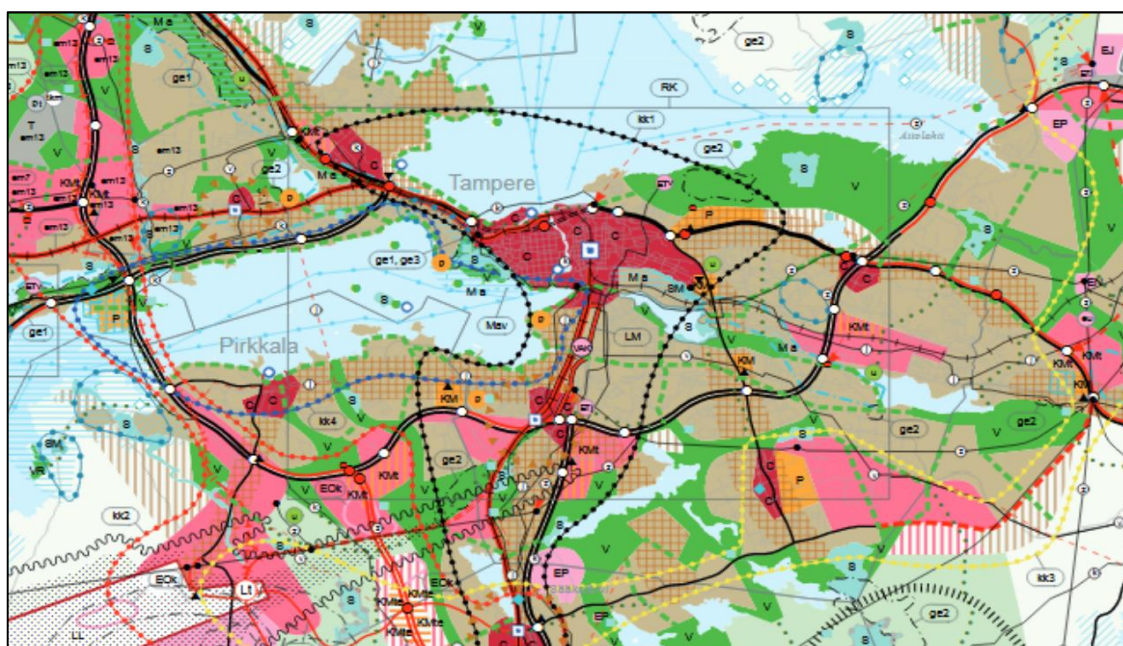
Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa lakisääteistä alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, ja alueidenkäyttötavoitteet on maankäyttö ja -rakennuslain mukaan ”otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä niin maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.” [125] Valtionneuvoston päätöksellä vuoden 2018 alusta voimaan tulleet uudet alueidenkäyttötavoitteet voidaan ympäristöministeriön esityksen mukaan jakaa viiteen osakokonaisuuteen:

- toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen
- tehokas liikennejärjestelmä
- terveellinen ja turvallinen elinympäristö
- elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat
- uusiutumiskykyinen energiahuolto [122].

Ympäristöministeriön mukaan alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa ”varmistaa valtakunnallisesti merkittävien seikkojen huomioon ottaminen maakuntien ja kuntien kaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa, auttaa saavuttamaan maankäyttö- ja rakennuslain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys, toimia kaavoituksen ennakoivan ja vuorovaikutteisen viranomaistyön välineenä valtakunnallisesti merkittävässä alueidenkäytön kysymyksissä sekä edistää kansainvälisten sopimusten täytäntöönpanoa Suomessa.” [125]

Maakuntakaava

Maakuntakaava on yleispiirteinen suunnitelma maakunnan tai sen osan alueen käytön eri periaatteista ja kehittämisen painopisteistä [54]. Maakuntakaava voidaan myös laatia vaihekaavana, jolloin siinä käsitellään vain tiettyjä aihekokonaisuuksia, kuten esimerkiksi turvetuotantoa sekä liikennettä ja logistiikkaa [109]. Maakuntakaavan tarkoitus on ohjata kuntien kaavoitusta ja alueiden käytön suunnittelua sekä ratkaista valtakunnalliset, maakunnalliset sekä seudulliset alueiden käyttöön liittyvät ongelmat. Maakuntakaava sisältää kaavakartan kaavamerkintöineen ja -määräyksineen sekä erillisen selostuksen, josta ilmenevät muun muassa kaavan tavoitteet ja vaikutukset sekä muut kaavaan olennaisesti liittyvät tiedot. Maakuntakaavan laatimisesta vastaa maakunnan liitto, ja kaavan hyväksyy liittovaltuusto. [55] Kuvassa 3.2. on esimerkki Pirkanmaan maakuntakaavan esitystavasta ja merkinnöistä.

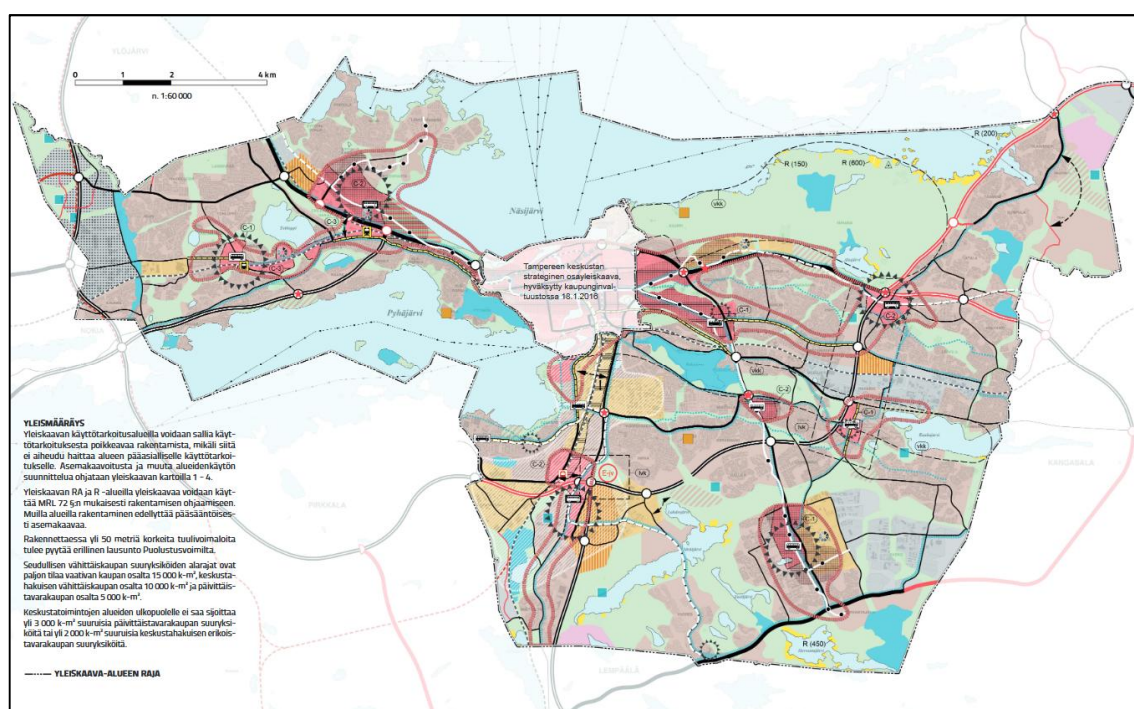


Kuva 3.2. Ote Pirkanmaan maakuntakaavasta 2040 [80].

Yleiskaava

Yleiskaava on kaavamuotona hyvin moninainen, joustava ja luonteeltaan hyvin yleispiirteinen sekä strateginen suunnitelma kunnan maankäytöstä. Vaihtoehtoisesti yleiskaava voidaan laatia myös hyvin tarkkana ja rakentamista ohjaavana, jolloin erillistä asemakaavaa tai suunnittelutarveratkaisua ei välttämättä tarvita. Kaavassa tulee kuitenkin erikseen määrittää, toimiiko koko kaava vai vain sen tietty osa myöntämisperusteena rakennusluvalle, jolloin etenkin poikkeamislupien ja suunnittelutarveratkaisujen tarve vähenee. Yleiskaava voidaan laatia koko kunnan alueelle tai vaihtoehtoisesti se voi koskea vain tiettyä sen osa-aluetta, jolloin kyseessä on yleiskaavan sijaan osayleiskaava. Kunnat voivat myös laatia yhteisen yleiskaavan. Yleiskaavan suunnittelu voi poiketa maakuntakaavasta, mutta maakuntakaavassa esitettyjen tavoitteiden tulee toteutua. [27][55]

Ympäristöministeriön mukaan yleiskaavan tarkoitus on ”kunnan eri toimintojen, kuten asutuksen, palvelujen ja työpaikkojen sekä virkistysalueiden sijoittamisen yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteensovittaminen.” [55] Yleiskaavan tarkoitus on siis toimia asemakaavaa ohjaavana ja ratkaista kunnan maankäytölle asettamat tavoitteet ja kehityksen periaatteet. Yleiskaava käsittää esitystavaltaan yleispiirteisen kaavakartan kaavamerkintöineen ja määräyksineen sekä erillisen kaavaselostuksen. Yleiskaavan suunnittelusta vastaa kunta, ja kaavan hyväksyy kunnanvaltuusto. Mikäli kunnat ovat laatineet yhteisen yleiskaavan, vastaavat kunnat yhdessä sen laatimisesta, ja kaavan hyväksyy kuntien yhteinen toimielin, ja sen vahvistamisesta vastaa ympäristöministeriö. [55][59] Kuvas-
vassa 3.3. on esimerkki Tampereen kaupungin kantakaupungin yleiskaavakartan esitystavasta ja merkinnöistä.



Kuva 3.3. Ote Tampereen kantakaupungin yleiskaavasta 2040 [28].

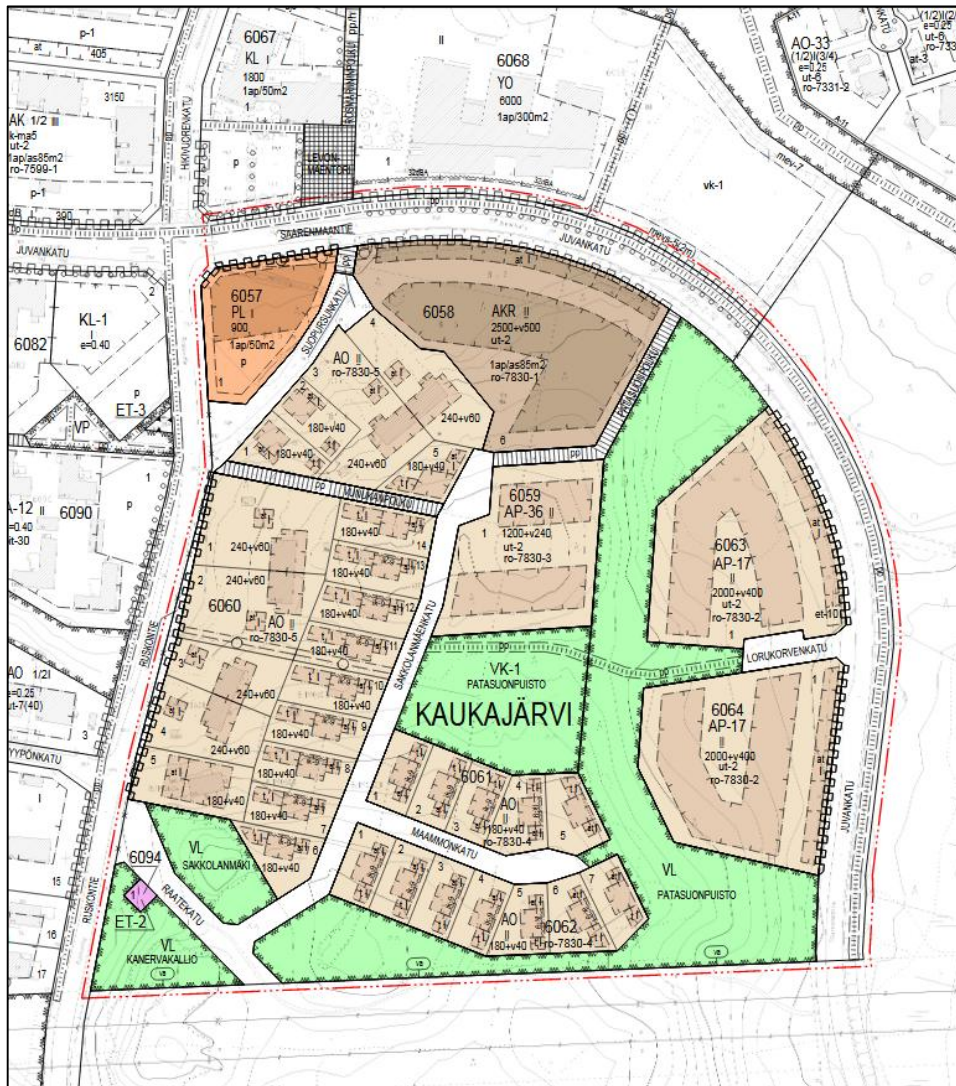
Asemakaava

Asemakaava on yksityiskohtainen suunnitelma kunnan alueiden käytöstä ja rakentamisesta. Kaavassa osoitetaan muun muassa eri alueiden käyttötarkoitus, tonttien ja rakennusten sijoittelu, koko sekä rakennusoikeus ja jopa rakentamistapa, josta kaavan liitteeksi laaditaan erillinen rakentamistapaohjeistus. Asemakaava voidaan laatia koko suunnittelualueelle tai rajatuimmillaan se voi koskea vain yhtä yksittäistä tonttia. Lisäksi ranta-alueille, yleensä loma-asutuksen vuoksi, voidaan laatia erillinen ranta-ase-
makaava. Asemakaavoja laaditaan yleensä kunnan kaavoituskatsauksessa tai kaavoitusohjelmassa esitettyjen valtuuston periaatteiden mukaisesti tai tarpeen mukaan esimerkiksi maanomistajan aloitteesta. [2][27][58][109]

Asemakaavan tarkoituksena on luoda edellytykset ”terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle sekä palveluiden alueelliselle saatavuudelle.” Lisäksi kaavan suunnittelussa tulee huomioida muun muassa:

- paikalliset olosuhteet ja luonnonympäristö
- kaupunki- ja maisemakuva
- hyvä rakentamistapa
- nykyinen rakennuskanta
- virkistysalueet. [27]

Kaava tulisi myös laatia siten, ettei se huononna elinympäristön laatua, ja siitä ei saa aiheutua kohtuutonta haittaa tai rajoitteita maanomistajille tai muille sen vaikutuspiirissä oville. Asemakaavojen suunnittelu ja ajantasallapito kuuluu kunnalle. Kaavan hyväksymisestä vastaa kunnanvaltuusto. Ranta-asemakaavan laatimisesta vastuu kuuluu maanomistajalle, vaikka kaavan käsittelystä ja hyväksymisestä vastaa aina kunta. [2][27][58] Kuvassa 3.4. on esimerkki Tampereen kaupungin korttelien 6057- 6064 ja 6094 sekä katu- ja virkistysalueiden asemakaavan esitystavasta ja merkinnöistä.



Kuva 3.4. Ote Tampereen kaupungin korttelien 6057- 6064 ja 6094 asemakaavasta [29].

3.1.2 Kaavoitusprosessi

Kaavoitus on monivaiheinen prosessi, jonka eteneminen noudattaa yleensä paikkakunnasta riippumatta tiettyä yleismallia ja vaiheistusta, vaikka poikkeavaisuuksia löytyykin eri kuntien hallintotapojen ja johtosääntöjen välillä. Kaavoitusprosessi muodostuu aloitus-, valmistelu-, ehdotus- ja hyväksymisvaiheista, joiden sisällöstä säädetään maankäyttö- ja rakennusasetuksessa sekä maankäyttö- ja rakennuslaissa. [26][56] [72, s. 17-19][73, s. 14-21][109][124, s. 16-18] Kuvassa 3.5. on esitetty pääpiirteittäin kaavaproessin eri vaiheet, niiden eteneminen ja sisältö sekä osallisten vaikutusmahdollisuudet kaavan laadintaan.

<p>ALOITUSVAIHE (MRL 63 §, MRA 30 §)</p> <p>Kunnan aloite tai yksityisen anomus</p> <p>Päätös kaavan laatimisesta (kunnanvaltuusto hyväksyy keskeiset kaavoituskohteet vuosittain)</p> <p>Osallistumis- ja arviointisuunnitelman (OAS) laatiminen</p> <p>Vireilletulosta ilmoittaminen</p> <p>Tarvittaessa viranomaisneuvottelujen järjestäminen</p>	<p>Kuntalainen voi tehdä asemakaavan laatimistai muuttamisaloitteen kunnan hallitukselle.</p> <p>Osallinen voi antaa palautetta osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta kaavan laatijalle.</p> <p>Mikäli osallinen katsoo yhteydenotosta ja kunnan OAS:iin tekemistä muutoksista huolimatta suunnitelman puutteelliseksi, hän voi esittää neuvottelua alueelliselle elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle suunnitelman riittävydestä.</p>
<p>VALMISTELUVAIHE (MRL 62 §, MRA 30 §)</p> <p>Selvitysten laatiminen ja kaavan tavoitteiden tarkentaminen</p> <p>Neuvotteluiden käyminen maanomistajien, yhteistyötahojen ja muiden osallisten kanssa</p> <p>Kaavaluonnoksen/-luonnosten laatiminen</p> <p>Vaihtoehtojen vaikutusten arvioiminen</p> <p>Valmisteluaineiston asettaminen nähtäville mielipiteiden saamista varten</p> <p>Viranomaisilta pyydetään alustavat lausunnot valmisteluaineistosta</p> <p>Saadun palautteen ja lausuntojen käsittely</p> <p>Kaavaratkaisun valinta</p>	<p>Osalliset voivat esittää mielipiteensä kaavan valmisteluaineistosta sekä osallistua kaavaesittelyihin.</p> <p>Osallisten kannalta keskeisin suunnitteluvaihe, sillä suunnitelmat eivät ole lopulliseen muotoonsa hiottuja ja muutosten tekeminen on helpompaa.</p>
<p>EHDOTUSVAIHE (MRL 65 §, MRA 27 § & 32 §)</p> <p>Kaavaehdotuksen laadinta saadun palautteen pohjalta</p> <p>Tarvittaessa viranomaisneuvottelujen järjestäminen</p> <p>Yhdyskuntalautakunta asettaa kaavaehdotuksen nähtäville</p> <p>Tarvittaessa viranomaisneuvottelujen järjestäminen</p> <p>Nähtävillä olon jälkeen kaavan laatija käsittelee jätetyt muistutukset ja annetut lausunnot sekä laatii vastineet näihin</p> <p>Muistutusten ja lausuntojen pohjalta kaavaehdotuksen tarkistus</p> <p>Kaavaehdotuksen asettaminen uudelleen nähtäville, mikäli kaavaehdotukseen muistutusten ja lausuntojen pohjalta tehty muutokset ovat oleellisia</p>	<p>Osallinen voi jättää kirjallisen muistutuksen kaavan nähtävilläoloaikana ja pyytää kuntaa toimittamaan kaavan hyväksymispäätöksen.</p>
<p>HYVÄKSYMISVAIHE (MRL 67 §, MRA 37 § & 200 §)</p> <p>Yhdyskuntalautakunta merkitykseltään vähäisten kaavamuutosten osalta ja muiden kaavojen osalta kunnanvaltuusto hyväksyy ne sekä antaa vastineet annettuihin lausuntoihin ja muistutuksiin</p> <p>Kaavan hyväksymispäätöksestä ilmoitetaan niille, jotka ovat sitä kaavan nähtäville ollessa kirjallisesti pyytäneet</p> <p>Kaava tulee lainvoimaiseksi, kun hyväksymispäätöksestä on valitusajan päätyttyä kuulutettu, ellei valtuuston päätöksestä ole valitettu</p>	<p>Valtuuston hyväksymispäätöksestä voi valittaa hallinto-oikeuteen 30 vrk:n kuluessa.</p> <p>Hallinto-oikeuden päätöksestä voi edelleen valittaa 30 vrk:n kuluessa korkeimpaan hallinto-oikeuteen.</p>

Kuva 3.5. Kaavoitusprosessin vaiheet, eteneminen ja sisältö, perustuu lähteisiin [24] [72, s. 18][109][124, s. 17].

3.1.3 Kaavasunnittelun osalliset ja osallistuminen

Kaavoituksessa ensisijaisen tärkeää on suunnittelun laadun lisäksi turvata osallisten tasa-puolinen kohtelu sekä varmistaa avoimen tiedottamisen avulla osallisten osallistumis- ja vuorovaikutusmahdollisuus prosessissa [27]. Kaavat tulee valmistella yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa osallisten eli kaikkien niiden tahojen kanssa, joiden etuihin tai oloihin laadittava kaavaa saattaa merkittävästi vaikuttaa. Kaavoituksen osallisia ovat muun muassa:

- suunnittelualueen maanomistajat, toiminnanharjoittajat
- lähialueen kiinteistöjen omistajat, asukkaat ja työntekijät
- kaupunkien ja kuntien eri toimialat ja liikelaitokset
- alueellinen ELY-keskus
- maakuntaliitto
- maakuntamuseo
- alueellinen sairaanhoitopiiri
- aluepelastuslaitos
- alueellinen jätehuollon järjestäjä
- luonnonsuojelupiiri
- naapurikunnat
- muut ilmoituksensa mukaan. [25][71][109]

Osallisista voidaan koota erillinen sidosryhmä työn hyvän laadun varmistamiseksi. He voivat osallistua kaavan valmisteluun monella eri tavalla, kuten muun muassa olemalla yhteydessä kaavoittajaan, ottamalla osaa erilaisiin tiedotus- ja keskustelutilaisuuksiin sekä kommentoimalla kaavaa sen nähtävillä oloaikana. Ajankohtaisista kaavoitushankkeista kunnat ja maakunnan liitot tiedottavat vuosittaisen kaavoituskatsauksen lisäksi muun muassa paikallisissa sanomalehdissä sekä Internet-sivuilla. Poikkeuksena on vaikutuksiltaan vähäiset asemakaavamuutokset, joiden vireilletulosta voidaan informoida asianosaisia kirjeitse. Kaavoituksesta tiedottamisella varmistetaan kaavoituksen seurantamahdollisuus sekä osallisten vaikutusmahdollisuus. [25][71][109]

Merkittävässä kaavoitushankkeissa viranomaisyhteistyö ja -neuvottelut kunnan, maakunnan liiton ja valtion viranomaisten välillä ovat tärkeä osa kaavan valmistelua. Yhteistyön tarkoituksena ja tavoitteena on informoida kuntaa tai maakuntaliittoa valtakunnallisista ja seudullisista alueidenkäyttötavoitteista sekä antaa viranomaisten näkemys tarvittavista tutkimusten ja selvitysten tarpeista. Kaavan hyväksymisvaiheen jälkeen on mahdollisuus hakea muutosta, mikäli lopputulos ei osallisten mielestä ole hyväksyttävä. Asianosaisilla, kuntalaisilla, tietyillä yhteisöillä ja valtion viranomaisilla on valitusoikeus asiassa. Valitusoikeus on kuitenkin normaalia suppeampi esimerkiksi vaikutuksiltaan vähäisissä asemakaavoissa. [71]

3.2 Yhdyskuntatekninen suunnittelu

Yhdyskuntatekniikka on yhdyskunnissa tapahtuvaa rakennus- ja huoltotoimintaa, joka käsittää niin yhdyskuntatekniset mittaukset ja maaperätutkimukset kuin maarakennustyöt sekä erilaiset rakentamisen ja ylläpidon tekniset järjestelmät. Yhdyskuntatekniikka voidaan jaotella eri lähteiden mukaan:

- yhdyskuntamittauksiin
- geotekniikkaan
- vesi-, jäte- ja energiahuoltotekniikkaan
- tie- ja katutekniikkaan
- maarakennustekniikkaan. [1, s. 3][135]

Tässä työssä yhdyskuntatekninen suunnittelu käsittää geotekniikan, vesihuollon, hulevesien hallinnan (kuva 3.6.), tien ja kadun suunnittelun sekä maarakentamiseen liittyvän massojen hallinnan suunnittelun.



Kuva 3.6. Hulevesien hallintaa Suomessa, esimerkkejä erilaisista hulevesien hallintamenetelmistä, perustuu lähteisiin [35][39][97][132].

3.2.1 Geotekninen suunnittelu

Geotekniikka eli maarakennusmekaniikka käsittelee maa- ja kallioperän teknisiä ominaisuuksia ja soveltaa niitä maa- ja pohjarakentamisessa sekä niiden rakenteiden mitoituksessa [22, s. 13][86, s. 5]. Geotekniikka on tekniikkalajina varsin nuori. Vaikka luonnon maaperän ominaisuudet ovat säilyneet muuttumattomina jo tuhansia vuosia, on meillä yhä hyvin vähän tietoa maaperästä ja sen ominaisuuksista. Geotekniikka kuitenkin kehittyy jatkuvasti uusien tutkimustietojen ja -menetelmien sekä parempien mitoitusmenetelmien myötä. [22, s. 13][62]

Aikoinaan maa- ja pohjarakenteet tehtiin kokemuseräiseen tietoon perustuen, kun käytössä oli pääosin hyviä rakennuspohjia. Ajanmukaiset puurakenteet kestivät painumien aiheuttamia muodonmuutoksia kohtuullisen hyvin ja rakenteiden suurimmat painumat ehtivät usein tapahtua jo rakentamisen aikana hitaan rakentamisen myötä. Nykyajan rakentamisessa geotekniikka on olennainen osa suunnittelua, koska nykyaikaiset rakenteet ja rakennusmateriaalit yhdessä haastavien pohjaolosuhteiden kanssa heikosti painumia, ja rakenteet vaurioituvat herkästi. Geotekniikka yhdistääkin rakennustekniikan ja geologian saumattomasti toisiinsa. Myös tie- ja kadunrakennus, kunnallis- ja ympäristötekniikka sekä etenkin kaavoitus tarvitsevat geotekniikkaa ja geoteknistä suunnittelua. Voidaankin todeta siis, että geotekniikkaa tarvitsevat kaikki ne osapuolet, joiden toiminta liittyy rakentamiseen ja ympäristön suojeluun. [22, s. 3, s. 13-14]

Geotekninen suunnittelu

Pohjarakennusohjeiden mukaan geotekninen suunnittelu käsittää ”maapohjan geomekaanisen toiminnan selvittämisen ja sen mukaisen mitoittavan suunnittelun huomioon ottaen yhteistoiminnan ylärakenteiden kanssa sekä edelleen suunniteltuun tulokseen johtavien pohjarakennusmenetelmien selvittämisen ja esittämisen.” [86, s. 5]

Geotekninen suunnittelu voidaan jakaa pohja-, kallio- ja esirakentamisen suunnitteluun sekä jaotella geoteknisten tehtävien ja eri tekniikka-alojen mukaan:

- yhdyskuntasuunnitteluun
- maarakentamiseen ja kunnallistekniikkaan
- talo-, silta- ja vesirakentamiseen [7][52, s. 9, s. 18].

Geoteknisen suunnittelun päätavoite on hankkeen taloudellinen, turvallinen ja ekologisesti kestävä lopputulos. Olennaista onnistumisen ja lopputuloksen kannalta on pyrkiä ennakoimaan rakentamisen vaikutuksia rakenteisiin sekä ympäröivään ympäristöön. Rakentamisen vaikutuksia voidaan ennakoida muun muassa pohjatutkimuksilla, mittamalla rakennusten, rakenteiden ja maaperän liikkeitä sekä tarkkailemalla alueen pohjaveden pinnan tasoa. [7]

Pohjarakentaminen

Pohjarakennusohjeiden mukaan pohjarakentaminen sisältää ”rakennuksen ja rakenteiden perustusten ja maanpinnan alapuolisten tilojen tarkoituksenmukaiseksi ja turvallisesti rakentamiseksi tarvittavat kaivu-, tuenta-, kuivanapito-, lujitus- ja muut rakennustoimenpiteet sekä pysyvien pohjarakenteiden rakennustyöt.” [86, s. 6-7] Pohjarakenteet voidaan jakaa sekä pysyviin että työnaikaisiin. Pysyviä rakenteita ovat muun muassa:

- rakennusten ja rakenteiden perustukset
- maanvastaiset seinä- ja lattiarakenteet
- kuivanapitorakenteet
- routa- ja muut suojarakenteet
- rakennetut perustat sekä muut rakennetut maarakenteet.

Työnaikaisiin rakenteisiin voidaan lukea: kaivantojen tuenta-, pohjaveden alennus- sekä muut työnaikaiset suojarakenteet. [86, s. 7]

Pohjarakennusohjeiden mukaan pohjarakennussuunnittelulla tarkoitetaan ”maan ja kallion käyttäytymisen mitoitettua yhteensovittamista pohjarakenteiden kanssa siten, että myös yläpuoliset rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla.” [86, s. 6] Pohjarakennussuunnittelun tavoitteena onkin löytää kustannusten, teknisen toteutuksen ja turvallisuuden kannalta parhaat geotekniset ratkaisut [6].

Kalliorakentaminen

Kalliorakentaminen käsittää kallioon rakennettavien tilojen louhinnan, lujituksen sekä muut tilojen rakentamiseksi tarvittavat toimenpiteet [93, s. 11]. Kalliorakennuskohteet voidaan jaotella niiden ominaisuuksien ja tyyppin mukaan:

- patojen ja muiden suurten kuormitusten perustuksiin
- luonnollisiin ja louhittuihin kallioluiskiin sekä leikkauksiin
- maanalaisiin tunneleihin, kuiluihin ja kalliotiloihin
- avomiin kalliolouhoksiin
- satamiin ja muihin vedenalaisiin töihin [90, s. 294].

Kalliotilojen rakennusohjeen mukaan kalliorakennussuunnitteluun sisältyy ”kalliorakennuskohteen kalliotekninen, louhinnan, lujituksen, tiivistyksen, kuivanapidon ja ympäristön suojauksen mitoitus ja suunnittelu.” Kalliorakennussuunnittelun tavoitteena on, että suunnitelmien kalliorakennusratkaisut ovat toteutuskelpoisia ja että niissä on täysimittaisesti hyödynnetty kallion ominaisuudet. Lisäksi tavoitteena on, että valitut rakennusratkaisut ovat kokonaiskustannuksiltaan, laadultaan ja turvallisuudeltaan mahdollisimman edulliset sekä kalliooperää hyödynnetään tarkoituksenmukaisesti siten, että suunnittelussa huomioidaan kalliotilojen mahdollinen laajennustarve sekä muut alueelle rakennettavat kalliotilat. [93, s. 28]

Esirakentaminen

Esirakentamisella tarkoitetaan pohjarakennustoimenpiteitä, jotka tehdään ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista. Esirakentamin tavoitteena on parantaa maaperän laatua ja ominaisuuksia siten, että rakennettavan alueen maapohjan kantavuus paranee, painumat vähenevät, ja rakentamiselle luodaan niin taloudellisesti kuin ympäristöllisesti paremmat toteutusmahdollisuudet. Tyypillisiä esirakentamista vaativia kohteita ovat muun muassa pehmeikköalueet, jyrkät mäet, kalliot ja painanteet, täyttöalueet sekä täytettävät vesi- ja ranta-alueet. [43, s. 79-81][69, s. 5] Esirakentamisessa tavallisesti käytetyt menetelmät ovat:

- esikuormitus
- pystyjoitus esikuormituksella
- syvästabilointi
- lujittaminen geovahvisteilla
- keventäminen
- massanvaihto [43, s. 81].

Näiden lisäksi on olemassa myös harvemmin käytettyjä menetelmiä, kuten muun muassa paalutus sekä vakuumikonsolidointi. Menetelmiä voidaan käyttää niin yksinään kuin yhdistellen. Suuremmassa mittakaavassa tarkasteltuna myös alueelliset kaivu-, louhintaja- ja täyttötyöt sekä saastuneen maaperän kunnostustoimenpiteet voidaan laskea esirakentamiseksi. [69, s. 2, s. 11]

Esirakentamista suunniteltaessa ja soveltuvaa menetelmää valitessa tulee ottaa huomioon rakennettavan alueen haluttu laatutaso, maasto- ja maaperäolosuhteet sekä käytettävissä oleva aikataulu, etenkin rakentamisen aloituksen ajankohta, koska osa menetelmistä vaatii aikaa toimiakseen. Esirakentamiseen kuluu menetelmästä riippuen yleensä yhdestä kolmeen vuotta, eli mitä aiemmin päätös esirakentamisesta tehdään suhteessa rakentamisen aloittamiseen, sen enemmän suunnittelupöydällä on eri menetelmävaihtoehtoja käytössä ja optimoitavana. Esirakentamisen- ja kunnostustoimenpiteiden suunnittelu sisältää kunnostustarpeen ja -menetelmän määrittäksen, toteutuksen suunnittelun sekä kustannuslaskennan. [43, s. 80, s. 82][69, s. 2]

3.2.2 Vesihuollon suunnittelu

Vesihuolto on yhteiskunnan toiminnan ja terveydentilan kannalta elintärkeä, minkä vuoksi sen toimintavarmuus tulee ensisijaisesti pyrkiä turvaamaan kaikissa olosuhteissa ja tilanteissa [30, s. 8][96, s. 100]. Vesihuoltoon liittyy useita eri lakeja ja säädöksiä, joista vesihuollon toiminnan kannalta keskeisin ja tärkein on vesihuoltolaki [96, s. 28]. Vesihuoltolain mukaan vesihuolto on ”veden johtamista, käsittelyä ja toimittamista talousvetenä käytettäväksi sekä jäteveden poisjohtamista ja käsittelyä.” [30] Lain tavoitteena on turvata niin terveydeltään kuin laadultaan moitteettoman talousveden riittävä saatavuus

sekä ympäristön ja terveyden kannalta toimiva viemärointi [128][129]. Vuonna 2014 vesihuolto- sekä maankäyttö- ja rakennuslakeihin tehtyjen muutosten jälkeen hulevesien johtaminen sekä käsittely eivät ole enää osa vesihuoltoa, vaan hulevesien hallintaa koskevat pykälät ja sääntely kuuluvat maankäyttö- ja rakennuslain alaisuuteen. Ainoastaan hulevesien viemärointiin sovelletaan edelleen vesihuoltolakia siltä osin, jos vesihuoltolaitos vastaa niiden viemäroinnistä. Lakimuutoksen ensisijaisena tavoitteena on hulevesien hallinnan kehittäminen, johon parhaiten pystytään vaikuttamaan kaavoituksen avulla. [3, s. 7-8][20, s. 1-2][103]

Vesihuolto voidaan jakaa kahteen osaan; vesilaitoksiin, jotka huolehtivat talousveden veden hankinnasta, käsittelystä ja jakelusta sekä viemärlaitoksiin, jotka vastaavat jätevesien keräämisestä, käsittelystä ja poisjohtamisesta. Vesihuollon prosessin voidaan katsoa alkavan raakaveden ottamisesta ja päättyvän siihen, kun jäteveden käsittelyn lopputuotteena syntynyt liete on käsitelty asianmukaisesti. Prosessissa pinta- tai pohjavesi, joka toimii talousveden raakavetenä, puhdistetaan ja johdetaan vesilaitokselta vesihuollon vesijohtoverkoston välityksellä käyttäjille. Vastaavasti käytössä likaantunut vesi johdetaan vesihuollon viemäriverkoston välityksellä puhdistettavaksi jätevesilaitoksille. Jätevesilaitokset puhdistavat ja käsittelevät veden ennen sen palauttamista takaisin vesistöihin. [87, s. 13, s. 16][127] Talous- ja jätevesien siirto muodostavat suurimman osan vesihuollon prosessista, jonka vuoksi vesihuoltoverkostot ja niihin liittyvät varusteet sekä rakenteet ovatkin merkittävä osa toimivaa vesihuoltojärjestelmää. Vesihuoltoverkosto voidaan jakaa jakelu- ja viemäriverkostoon siirrettävien ja kerättävien vesien laadun mukaan. [87, s. 14][96, s. 99]

Vesihuoltojärjestelmässä talousveden siirto ja jakaminen tapahtuvat paineellisen putkijärjestelmän välityksellä joko pumppaamalla tai ylävesisäiliöiden avulla. Vedenjakelujärjestelmä voidaan jakaa vesijohtoverkon varusteisiin, pumppaamorakenteisiin sekä erilaisiin vesi- ja painesäiliöihin. Vesijohtoverkon varusteet voidaan luokitella:

- putkiin
- venttiileihin
- palo- ja vesiposteihin
- merkkikilpiin
- veden- ja paineenmittauslaitteisiin.

Vedenjakelujärjestelmän tehtävänä on turvata tarvittavan ja laatukriteerit täyttävän veden riittävä saanti kaikissa olosuhteissa ja tilanteissa. [88, s. 294][96, s. 99, s. 101, s. 104-105]

Jätevesien kerääminen ja johtaminen tapahtuu lähtökohtaisesti painovoimaan perustuvien vietollisten putki- ja tunneliviemärien avulla. Viemäriverkosto voidaan jakaa johdettavien vesien mukaan erillis- ja sekaviemärointiin. Sekaviemäroinnissä jätevesien lisäksi

johdetaan myös poikkeuksellisesti hulevesiä. Jätevesiviemäröinti voidaan myös erikoistapauksissa toteuttaa paineellisena-, imuviemäröintinä tai kaksoisjärjestelmänä. Viemäri-verkon varusteet voidaan jaotella:

- putkiin
- kaivoihin
- pumppaamoihin
- tasausjärjestelmiin

Viemäriverkoston tulee kyetä keräämään ja johtamaan syntyneet jätevedet jätevesilaitokselle ja purkaa puhdistetut vedet vesistöön. Jätevesiviemäriverkoston tulee lisäksi olla täysin tiivis, jottei verkostoon johdu ulkopuolisia vesiä tai verkostosta vuoda jätevesiä maaperään aiheuttaen ympäristön pilaantumista. [96, s. 99, s. 101, s. 114, s. 116, s. 121]

Vesihuollon suunnittelu

Vesi- ja viemärilaitosten toiminta sekä suunnittelu on rajattu tämän työn ulkopuolelle, joten vesihuoltoa ja sen suunnittelua tarkastellaan vain vesihuoltoverkostojen osalta.

Vesihuollon suunnittelu käsittää uusien vesi- ja viemärilinjojen suunnittelun sekä vanhojen jo olemassa olevien linjojen tehostamis- ja saneeraussuunnittelun. Suunnittelu voidaan jakaa kahteen eri vaiheeseen: kehittämissuunnitteluun ja tekniseen suunnitteluun. Suunnittelun tarkoituksena on pitää huolta vesihuoltoverkostojen toimintavarmuudesta sekä varmistaa, että verkostolle asetetut vaatimukset määrien ja laatutekijöiden suhteen täyttyvät. Vesihuoltoverkostojen suunnittelun tavoitteena onkin taata riittävän ja laatuvaatimukset täyttävän talousveden saanti, varmistaa jätevesien johtaminen ja käsittely asianmukaisin ratkaisuin sekä pyrkiä optimoimaan kustannukset. [86, s. 67][88, s. 229]

3.2.3 Hulevesien hallinnan suunnittelu

Hulevesi on maankäyttö- ja rakennuslain mukaan ”rakennetuilla alueilla maan pinnalle, rakennusten katoille tai muille pinnoille kertyvää sade- ja sulamisvettä mukaan lukien perustusten kuivatusvedet.” [56] Hulevesioppaan mukaan hulevesien muodostumiseen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- sateen toistuvuus ja kesto
- sadetta edeltävän kuivan jakson pituus
- maanpinnan kaltevuus
- maaperän ominaisuudet [12, s. 18].

Hulevesillä, hulevesien hallinnalla sekä niiden suunnittelulla on merkittävä rooli nyky-päivän rakentamisessa ja kaupunkisuunnittelussa. Rakentamisen yhteydessä tehtävät toimenpiteet, kuten vesiä pidättävän sekä haihduntaa lisäävän luonnon kasvillisuuden ja pintamaakerrosten poisto, painanteiden tasaaminen, kaltevuuksien muuttaminen sekä vettä

läpäisemättömien pintamateriaalin rakentaminen vaikuttavat alueen luonnonmukaiseen veden kiertokulkuun lisäten ja nopeuttaen alueen pintavaluntaa. Veden kiertokulkuun merkittävimmin vaikuttava ja eniten pintavaluntaa lisäävä tekijä on vettä läpäisemättömien pintojen, kuten katujen ja muiden väylien sekä pysäköintialueiden osuuden kasvu rakentamisen seurauksena. [12, s. 18, s. 22]

Hulevesien kannalta ongelmallisimpia ovat etenkin tiiviisti rakennetut taajama-alueet, joissa sadanta voi olla luonnontilaisia alueita jopa 5-10 % suurempaa, ja vastaavasti haihdunta selvästi vähäisempää sekä vettä läpäisemättömien pintamateriaalien osuus kattaa tavanomaisesti yli puolet alueen kokonaispinta-alasta. Mitä suurempi osuus alueen pinta-alasta on toteutettu läpäisemättömiä materiaaleja käyttäen, sitä enemmän ja nopeammin pinnoille kertyvät hulevedet aiheuttavat pintavaluntaa. Tämän vuoksi valunnan ajalliset vaihtelut ovat rakennetuilla alueilla merkittävästi luonnontilaisia nopeampia ja voimakkaampia aiheuttaen hallitsemattomina taajamatulvia sekä ympäristöhaittoja. Alueella muodostuvien hulevesien määrää ja niiden pintavaluntojen aiheuttamaa tulvariskiä pyritään vähentämään, tasaamaan sekä ehkäisemään onnistuneella hulevesien hallinnalla sekä ennakoivalla hulevesisuunnittelulla. [12, s. 18-19]

Hulevesien hallinnan suunnittelu

Hulevesioppaan mukaan hulevesien hallinta käsittää ”hulevesien kertymiseen vaikuttavat ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät toimenpiteet” ja hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet voidaan jakaa oppaan mukaan:

- taajamien kuivatukseen
- taajamatulvien torjuntaan
- pohja- ja pintavesien suojeluun
- vesistöjen tilan parantamiseen [12, s. 10, s. 20].

Hulevesien hallinnan suunnittelu kytkeytyy tiiviisti maankäytön suunnitteluun ja perustuu kunnan laatimaan ja vahvistamaan hulevesistrategiaan tai -ohjelmaan, jossa on määritelty kunnan hulevesien hallintaa liittyvät tavoitteet ja toimenpiteet. Suunnittelu tarkentuu kaavoituksen edetessä, ja se voidaan jakaa ennen varsinaista kaavoitusta tehtäviin tarvekartoituksiin ja kaavoituksen yhteydessä laadittaviin eri tasoisiin hulevesisuunnitelmiin. [12, s. 22-23] Hulevesien hallinnan suunnittelua ja sisältöä sekä tavoitteita kaavoituksen eri vaiheissa on käsitelty tarkemmin luvussa 3.3.

Hulevesien hallinnan suunnittelun kannalta parhaaseen lopputulokseen sekä ratkaisuun pääseminen vaatii yleensä sitä, että tehtävät tarkastelut ovat riittävän laaja-alaiset, valitut hallintatoimenpiteet ulotetaan hulevesien syntypaikasta aina niiden purkupisteeseen asti ja hallinnan suunnittelu toteutetaan siten, että valmiissa lopputuloksessa hyödynnetään ja yhdistetään mahdollisimman montaa erilaista hallintamenetelmää ja toimenpidettä. Hulevesien hallintamenetelmät voidaan jakaa toimintaperiaatteiden mukaan hulevesien vä-

hentämiseen, käsittelyyn, viivyttämiseen ja johtamiseen. Lisäksi hallintamenetelmät voidaan jaotella alueellisiin ja paikallisiin menetelmiin koon ja sijoitustavan mukaan. Paikallisten menetelmien tavoitteena on vähentää hulevesien määrää, tasata hulevesien aiheuttamia virtaamia sekä parantavaa vesien laatua. Alueellisilla menetelmillä tavoitellaan hulevesistä aiheutuvien taajamatulvien tasaamista sekä tulvariskin pienenemistä. Ensisijaisesti hulevesien hallinnan suunnittelu tulisi pyrkiä hulevesien muodostumisen ehkäisemiseen sekä niiden määrän vähentämiseen jo niiden syntypaikalla. Tämän jälkeen voidaan suunnitella tarvittaessa alueelle muita mahdollisia hulevesien viivytyks- ja johtamisratkaisuja, kuitenkin pyrkien välttämään hulevesien johtamista suoraan hulevesiviemäriin, jos tontti mahdollistaa vesien käsittelyn tai varastoinnin. [12, s. 141]

3.2.4 Tien ja kadun suunnittelu

Suomen liikenneverkon tiet ja kadut voidaan luokitella ylläpitovastuun eli hallinnollisen luokituksen perusteella maanteihin, katuihin sekä yksityisteihin [31, s. 6][61, s. 108]. Yksitystiet on rajattu työn ulkopuolelle, joten tien ja kadun suunnittelu käsittää tässä työssä vain valtion ja kuntien vastuulla olevat tiet ja kadut sekä niiden suunnittelun.

Maantiet

Maantie on maantielain mukaan ”tie, joka on luovutettu yleiseen liikenteeseen, ja jonka ylläpitämisestä valtio huolehtii.” [60] Maanteiden tienpidosta ja kehittämisestä vastaa valtiorahaston liikenne ja viestintäministeriön alaisuudessa toimiva Liikennevirasto ja alueelliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset). Liikennevirasto vastaa valtakunnallisesti merkittävien tiehankkeiden toteuttamisesta ja alueelliset ELY-keskukset vastaavat Liikenneviraston ohjauksessa muun muassa maanteiden suunnitteluun, rakentamiseen ja kunnossapitoon liittyvistä asioista sekä niiden teettämisestä. [107][115, s. 4][120]

Maantiet voidaan jäsentellä niin tiesuunnittelussa kuin kaavoituksessa tien liikenteellisen luonteen eli toiminnallisen luokituksen perusteella valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin. Luokitus määrittää tien aseman tieverkolla, toimii lähtökohtana tien tavoitteelliselle palvelutasolle sekä tien suunnittelun mitoitukselle. [60][61, s. 108][91, s. 315] Maantielain mukaan ”valtatiet palvelevat valtakunnallista ja maakuntien välistä pitkämatkaista liikennettä. Kantatiet täydentävät valtatieverkkoa ja palvelevat maakuntien liikennettä. Seututiet palvelevat seutukuntien liikennettä ja liittävät näitä valta- ja kantateihin. Muut maantiet ovat yhdysteitä.” Lain mukaan liikenne- ja viestintäministeriö päättää, mitkä maantiet soveltuvat liikenteelliseltä luonteeltaan valta- ja kantateiksi sekä mitkä maantiet tai niiden osat ovat valtakunnan tasolla merkityksellisiä runkoteitä. Liikennevirasto vastaavasti määrittelee lain perusteella, mitkä maanteista ovat seututeitä ja mitkä yhdysteitä. [60]

Kadut

Katu on asemakaava-alueella ajoneuvoliikennettä ja ihmisten liikkumista sekä oleilua palveleva monikäyttöinen alue, jonka rakentamisesta, suunnittelusta ja ylläpidosta vastaa kunta. Katuihin voidaan siis luokitella ajoneuvoliikenteelle tarkoitettujen liikenneväylien lisäksi myös erilaiset aukiot, torit ja muut niihin verrattavissa olevat alueet sekä kevyen liikenteen väylät. [31, s. 4-5, s. 8][32, s. 1] Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan asemakaavassa määriteltyyn katualueeseen kuuluu myös kaikki katualueen maanalaiset, maanpäälliset ja yläpuoliset johdot, laitteet sekä rakenteet, jos kaavassa ei muuta ole esitetty [56].

Maanteiden tavoin myös katuverkko voidaan jäsentää kaavoituksen ja katujen liikennesuunnittelun yhteydessä kadun liikenteellisen tehtävän eli toiminnallisen luokituksen mukaan pää-, kokooja- sekä tonttikatuihin. Luokitus tehdään koko katuverkolle ja se palvelee maankäytön suunnittelua ja toimii lähtökohtana kadun suunnittelulle sekä mitoitukselle. Toiminnallisen luokituksessa ”pääkadut välittävät kaupunginosien välistä liikennettä ja toimivat taajamien pääyhteyksinä valtakunnalliseen tieverkkoon. Kokoojakadut välittävät alueiden sisäistä liikennettä ja johtavat liikenteen pääkaduille. Tonttikadut johtavat maankäytön liikenteen kokoojaväylälle. Tonttikatuja ovat tavallisten asuntokatujen lisäksi hidaskadut, pihakadut, kävelykadut ym.” [31, s. 8-9][60, s. 109] Kadut voidaan toiminnallisen luokituksen lisäksi jakaa niiden tehtävän mukaan pää- ja paikallisverkon katuihin. Pääverkon katujen tehtävä on palvella kunnan sisäistä ja eri osien välillä tapahtuvaa pitkämatkaista liikennettä. Paikallisverkon katujen tehtävänä on ensisijaisesti palvella niiden ympäröivän maankäytöstä aiheutuvaa liikennettä. Kadun tehtävään vaikuttaa muun muassa kadun ympäröivä maankäyttö sekä sen katuverkollinen asema, jotka määrittellään tarkemmin kaavoituksen ja liikennesuunnittelun yhteydessä. Kadun voidaan todeta olevan toimiva ja onnistunut kokonaisuus, kun sen tehtävä ja toimivuus kohtaavat. [31, s. 4-5][45, s. 1]

Tien suunnittelu

Tien suunnittelu on monialainen ja -vaiheinen prosessi, joka perustuu maantielakiin sekä muihin maankäyttöä ohjaaviin lakeihin ja se on merkittävä osa yhdyskuntasuunnittelua [31, s. 6][107][115, s. 4]. Tiehankkeen suunnittelu ja ratkaisut tarkentuvat vaiheittain, mikä mahdollistaa suunnittelun kytkeytymisen, yhteensovittamisen ja oikea-aikaisen päätöksenteon maankäytön suunnittelun kanssa. Tien suunnittelu voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen;

- esiselvitys
- yleissuunnittelu
- tiesuunnittelu
- rakennussuunnittelu. [9][119, s. 12]

Vaikutuksiltaan vähäisissä tiehankkeissa suunnitteluprosessia voidaan keventää suunnittelu- ja päätöksentekovaiheita yhdistelemällä [9]. Suunnitteluvaiheiden sisältöä ja kytkeytymistä kaavoituksen eri vaiheisiin on käsitelty tarkemmin luvussa 3.3.

Tien suunnittelun tulee perustua maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen kaavaan ja tie tulee suunnitella sille varatulle tiealueelle tai erikseen kaavassa esitetylle liikennealueelle [31, s. 8][56][107]. Tie tulee suunnitella ja sovittaa ympäristöönsä siten, että se täyttää sille asetetut hankekohtaiset tie- ja liikennetekniset, maisema-, ympäristö-, liikenneturvallisuus- ja kustannustavoitteet. Suunnittelun tavoitteena on siis maisemaan ja ympäristöön hyvin sovitettu, tie- ja liikenneteknisesti toimiva, kaikilta osa-alueiltaan liikenneturvallinen sekä niin liikenne- kuin rakentamistaloudenkin kannalta edullinen kokonaisuus. [92, s. 55][110, s. 3][114, s. 7, s. 16] Tiehankkeen suunnittelu on monialainen prosessi, johon tyypillisesti liittyy usein myös muita suunnittelualoja ja -tekniikkalajeja, kuten muun muassa:

- maankäytön suunnittelu
- geotekninen suunnittelu
- silta- ja rakennesuunnittelu
- maisema- ja ympäristösuunnittelu
- liikenne ja liikenteenohjauksen suunnittelu
- valaistus suunnittelu
- tunnelisuunnittelu [119, s. 11].

Näistä jokainen suunnittelualue vastaa oman suunnitelmansa sisällöstä ja suunnitteluratkaisujensa yhteensovittamisesta muuhun kokonaisuuteen. Tämän vuoksi tyypillisesti monialahankkeissa, kuten tiesuunnittelussa, onnistuneeseen ja hyvään lopputulokseen pääseminen vaatii eri osapuolten välistä erinomaista yhteistyötä, vuorovaikusta sekä tiedonhallintaa.

Kadun suunnittelu

Katu on monikäyttöinen alue, jonka katualue muodostuu ajoneuvoille tarkoitettujen alueiden, kuten ajoratojen ja pysäköintikaistojen sekä -paikkojen lisäksi useista muista suunniteltavista ja mitoitettavista toiminnoista sekä osista, joita voivat olla muun muassa:

- jalkakäytävät ja pyörätiet
- kevyen liikenteen raitit, torit ja katuaukiot
- katuviheralueet
- keski- ja erotuskaistat
- pientareet
- reuna-alueet
- sivu- ja avo-ojat sekä erilaiset painanteet [31, s. 4-5, s. 35, s. 45][79, s. 47-48].

Katualue käsittää myös kaikki kadun alle, päälle ja yläpuolelle sijoitettavat johdot, rakenteet sekä laitteet, joita ovat muun muassa teknisen huollon vesi-, viemäri-, kaukolämpö-,

sähkö-, kaasu- ja tietoliikenneverkostot sekä erilaiset tukimuurit ja tekniset tilat. Lisäksi katualueeseen kuuluvat erilaiset kadun kalusteet sekä katuvalaistus. [31, s. 21, s. 35] [83, s. 3-4][119, s. 18] Kadun moninaisuus ja useat eri käyttötarkoitukset tekevät kadun suunnittelusta monialaisen, joka vaatii katuteknisen suunnittelun lisäksi useamman muun suunnittelualan osaamista. Katuhankkeen laajuudesta ja koosta riippuen kadun suunnitteluun osallistuu tavanomaisissa kohteissa katu- ja kunnallisteknisen suunnittelijan lisäksi muun muassa: geo-, liikenne-, maisema- ja valaistussuunnittelija. Lisäksi hankkeeseen voi osallistua edellisten lisäksi tarvittaessa ympäristö-, hulevesi-, vesihuolto- sekä silta- ja rakennesuunnittelija. [83, s. 18-19]

Tien suunnittelun tavoin kadun suunnittelu on vaiheittain tarkentuva ja etenevä prosessi, joka voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: katu- ja rakennesuunnitteluun [31, s. 20-21]. Lisäksi tavanomaista suuremmissa tai vaikutuksiltaan merkittävässä katu- ja aluesuunnitteluhankkeissa voi ennen varsinaista katusuunnitteluvaihetta olla erillinen yleissuunnitteluvaihe [79, s. 33][108]. Kadun suunnittelu kytkeytyy vahvasti maankäytön suunnitteluun. Suurin osa katusuunnittelun lähtökohdista, kuten muun muassa kadun luonne, sijainti, katualue, mitoitus sekä liikenteelliset ratkaisut määritellään jo kaavoituksen asemakaavavaiheessa. Osassa kaupunkeja ja kuntia katusuunnitteluvaihe onkin otettu osaksi asemakaavoitusta ja suunnitelmat laaditaan sekä hyväksytään samanaikaisesti. Samanaikaisen suunnittelun etuna on, että katusuunnittelija osallistuu heti alusta lähtien asemakaavan laatimisprosessiin ja jo suunnittelun aikana varmistutaan siitä, että suunniteltava katu saadaan sovitettua ympäröivään maankäyttöön ja kadun teknisten ratkaisujen sijoittaminen onnistuu asemakaavassa määritetyille katualueelle. Kaavoituksen lisäksi muita kadun suunnittelua ohjaavia suunnitelmia voivat olla esimerkiksi kaavoituksen yhteydessä laaditut liikennejärjestelmä- ja liikennesuunnitelmat sekä selvitykset ja kadun ja teknisen huollon yleissuunnitelmat. [31, s. 17-19, s. 20-21]

Katu on suunniteltava asemakaavassa osoitetulle katualueelle, ja kadun rakentaminen tulee toteuttaa kunnan hyväksymän suunnitelman mukaisesti [31, s. 8]. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan ”katu on suunniteltava ja rakennettava siten, että se sopeutuu asemakaavan mukaiseen ympäristöönsä ja täyttää toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyisyyden vaatimukset.” Lain mukaan ”katusuunnitelmassa tulee esittää katualueen käyttäminen eri tarkoituksiin sekä kadun sopeutuminen ympäristöön ja vaikutukset ympäristökuvaan, jos se alueen tai rakentamistoimenpiteen luonteen vuoksi on tarpeen.” Lisäksi lain mukaan suunnitelmasta tulee ilmetä muun muassa seuraavat asiat:

- kadun liikennejärjestelyperiaatteet
- kuivatus ja sadevesien johtaminen
- kadun korkeusasema
- päällystemateriaali
- istutukset
- pysyväisluonteiset rakennelmat ja laitteet. [56]

3.2.5 Massojen hallinnan suunnittelu

Maa- ja kiviainesten käyttö on kestävän ja turvallisen rakentamisen perusta sekä merkittävä osa yhdyskunnan toimintaa. Ympäristöministeriön ja tilastokeskuksen mukaan Suomessa käytetään keskimäärin joka vuosi noin 100 miljoonaa tonnia maa-ainesta, josta valtaosan muodostavat yhdyskuntarakentamisen eri kohteet ja merkittävimpana tie- ja liikenneverkostot. [53, s. 7][50][133] Suuren käytön myötä luonnonkiviainesten saatavuus on kuitenkin vaikeutunut etenkin suurten kasvukeskusten alueilla, joissa rakentamisen volyymi on ollut kasvussa viimeisen vuosikymmenen ajan. Maa- ja kiviaineiden heikko saatavuus on kasvattanut niin kuljetusmatkojen pituuksia kuin kiviainesten hintaa. Kuljetukset muodostavatkin nykyisin jopa puolet kiviainesten hinnasta. Lisäksi kiviaineiden kallistuminen nostaa myös maarakentamisen hintoja ja rakentamisen kustannuksia vaikuttaen siten suoraan asuntojen hintoihin. [43, s. 74][53, s. 7]

Yhdyskuntarakentamisen yhteydessä joudutaan usein tekemään mittavia maanleikkaus- ja louhinta- sekä tasaustöitä, joista syntyy joka vuosittain noin 20-30 miljoonaa tonnia ylimääräistä maa- ja kiviaineista [85, s. 36][123, s. 4]. Ylijäämämassoiksi luetaan kaikki maa- ja kallioainekset, jotka rakentamisen yhteydessä poistetaan maa- tai kallioperästä ja joita ei voida hyödyntää kohteessa tai sen lähialueilla tai niille ei ole osoittaa sijoituspaikkaa jatkojalostusta varten. Rakentamisen yhteydessä syntyvät kitkamaa- ja kalliomassat saadaan yleensä hyödynnettyä suoraan rakennuskohteessa, mutta suuri osa syntyvistä massoista on Suomen maaperän vuoksi usein huonosti rakentamiseen kelpaamattomia savi-, siltti- ja moreenimaita. Ylijäämämassat joudutaankin useimmiten kuljettamaan niiden huonon soveltuvuuden tai sopivien jatkokäyttökohteiden tai huonojen jatkojalostusmahdollisuuksien vuoksi erillisille maanvastaanottoalueille. [43, s. 73][81, s. 4][110, s. 7, s. 9, s. 33]

Ylijäämämaiden sijoittaminen on kuitenkin ongelmallista etenkin suurten kasvukeskusten alueilla, joissa ylijäämämaita syntyy voimakkaan rakentamisen seurauksena poikkeuksellisen paljon suhteessa maanvastaanottoaikkojen kapasiteettiin nähden. Maamassojen kuljetusetaisyydet ovatkin olleet kasvussa viime vuosina, koska ylijäämämassojen ei ole osoittaa lähialueilta riittävästi soveltuvia läjitäsalueita ja maanvastaanottoaikoja, vaan massoja joudutaan tiivistyvän kaupunkirakenteen ja rakentamisen vuoksi kuljettamaan paikoitellen hyvinkin pitkien etäisyyksien päähän, jopa naapurikuntien maanvastaanottoaikoille. [81, s. 7] Ylijäämämaiden määrällä ja niiden käsittelyllä onkin suuri vaikutus koko hankkeen kokonaiskustannuksiin, mihin voidaan vaikuttaa ennakoivalla ja hyvällä massojen hallinnalla sekä suunnittelulla [68, s. 3, katso 64, s. 66].

Massojen hallinnan suunnittelu

Maa- ja kalliomassojen hallinnalla tarkoitetaan menetelmiä, joiden avulla rakentamisen yhteydessä syntyviä ylijäämämassoja pystytään hyödyntämään tehokkaammin, ja siten vähentämään uusiutumattomien kiviaineisten, kuten soran, hiekan ja kallion käyttöä rakentamisessa [43, s. 72-73]. Massojen hallinnan yleisenä tavoitteena on saavuttaa massojen käytön suhteen niin teknisesti kuin taloudellisesti paras kokonaisratkaisu [85, s. 146-148]. Massojen hallinnalla sekä ennakoivalla suunnittelulla voidaan vaikuttaa paljon hankkeessa syntyvien ylijäämämaiden määrään etsimällä niille soveltuvia käyttökohteita sekä sijoitusmahdollisuuksia kohteesta tai sen läheisyydestä [43, s. 73].

Rakenteisiin soveltumattomia maa-aineksia voidaan hyödyntää muun muassa erilaisissa täyttö-, pengerryks-, tasaus- ja maisemointitöissä ja soveltuvia käyttökohteita voivat olla muun muassa:

- täyttömäet
- puistot
- meluvallit
- näkösuojat
- rantatäytöt
- piha-alueet
- pohjanvahvistus [43, s. 76-78].

Massojen hallinnan suunnittelun lähtökohtana on, että kaikki kohteessa syntyvät ja rakenteisiin soveltuvat maa-ainekset pyritään ensisijaisesti hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti jo kohteessa. Tällöin uusiutumattomien kiviainesten käyttötarve pysyy mahdollisimman vähäisenä ja ylijäämämassoiksi luokiteltavia sekä kohteeseen kelpaamattomia massoja syntyy mahdollisimman vähän poiskuljetettavaksi. Optimitalanteessa massojen hallinnan hyvällä suunnittelulla voidaankin saavuttaa kohteessa massatasapaino. Kaikkia kohteessa syntyviä massoja ei kuitenkaan yleensä saada hyvälläkään suunnittelulla hyödynnettyä kohteessa tai sen lähialueilla ja joissakin tapauksissa niiden poiskuljettaminen voi olla edullisempi ratkaisu kuin hyötykäytöstä aiheutuvat kustannukset. Tämän vuoksi sopivien ja kapasiteetiltaan riittävien maanvastaanottopaikkojen ja läjitysalueiden löytäminen ylijäämämaiden sijoittamiseenkin onkin olennainen osa massojen hallinnan suunnittelua ja avainasemassa niin kuljetusmatkojen ja -kustannusten minimoimisessa sekä hankkeen ympäristövaikutusten vähentämisessä. [43, s. 73-75][68, s. 3] Massojen hallinnan suunnittelun tavoitteena onkin ”siirrettävien massojen minimointi, kuljetusväylyksien pienentäminen ja mahdollisen alueellisen massatasapainon löytäminen sekä hyvän rakennetun ympäristön saavuttaminen.” [43, s. 74-75]

Massojen hallinnan suunnittelu tulisi olla osa kaavoitusta ja sen vaiheittain tarkentuvaa suunnitteluprosessia, jolloin jo kaavasunnittelun yhteydessä tehtävien ratkaisujen, tasaus- ja tasotarkastelujen yhteydessä suunniteltaisiin alueen massatasapaino sekä määri-

teltäisiin alueella tarvittavien ja syntyvien maa- ja kalliomassojen määrät sekä laatu. Alueelle laadittu massa-arvio voitaisiin näin huomioida kaavoituksessa ja siinä tehtävissä ratkaisuisa, jolloin esimerkiksi syntyville ylijäämämassoille olisi mahdollista suunnitella käyttökohteita ja osoittaa kaavoituksessa niille tarvittavat aluevaraukset ja täyttöalueet. Kaavoituksen yhteydessä tehtyjen aluevarauksien ja täyttöalueiden kokonaisvaltaisella suunnittelulla helpotetaan alueen rakentamista ja vähennetään siitä aiheutuvia kustannuksia sekä ympäristöhaittoja. [43, s. 74-75]

Alueellinen tasaussuunnittelu

Alueellinen tasaussuunnittelu käsittää tässä työssä kaava-alueen korttelien ja muiden yleiset alueiden tontit, piha- ja pysäköintialueet, puisto-, viher- ja virkistysalueet, torit ja aukiot sekä niiden sisäiset kulkuväylät. Teiden, katujen, kevyen liikenteen väylien sekä katualueiksi määriteltujen torien sekä katuaukioiden tasaussuunnittelu ja tasotarkastelu sisältyvät tie- ja katusuunnitteluun. Massojen hallinnan suunnittelua ja alueen massatasapainoa määriteltäessä tulee kortteli ja muille yleisille alueille valita yleistaso, laatia yleistasaus alueella tarvittavien ja sieltä syntyvien massojen määrittämiseksi sekä tehdä tasotarkasteluja massatasapainon optimoimiseksi [43, s. 66, s. 74-75].

Alueellisen tasaussuunnittelun lähtökohtana on alueiden toimivuuteen sekä kustannuksiin olennaisesti vaikuttavan korkeustason eli yleistason valinta. Yleistason valintaan vaikuttavat muun muassa seuraavat tekijät:

- olemassa olevien alueiden, rakennusten ja rakenteiden korkeusasema
- alueelliset maa- ja kallioperäolosuhteet
- pohjaveden pinnan korkeusasema
- ympäröivän maaston ja väylien korkeusasemat
- kunnallisteknisten verkostojen sijainti, korkeusasema sekä liitos- ja purkutasot
- alueiden kuivatusratkaisut ja tulvareitit
- alueen laatutaso ja ulkonäölliset tekijät
- kaavoissa ja muissa suunnitelmissa esitetyt ohjeelliset korot.
- massatalous

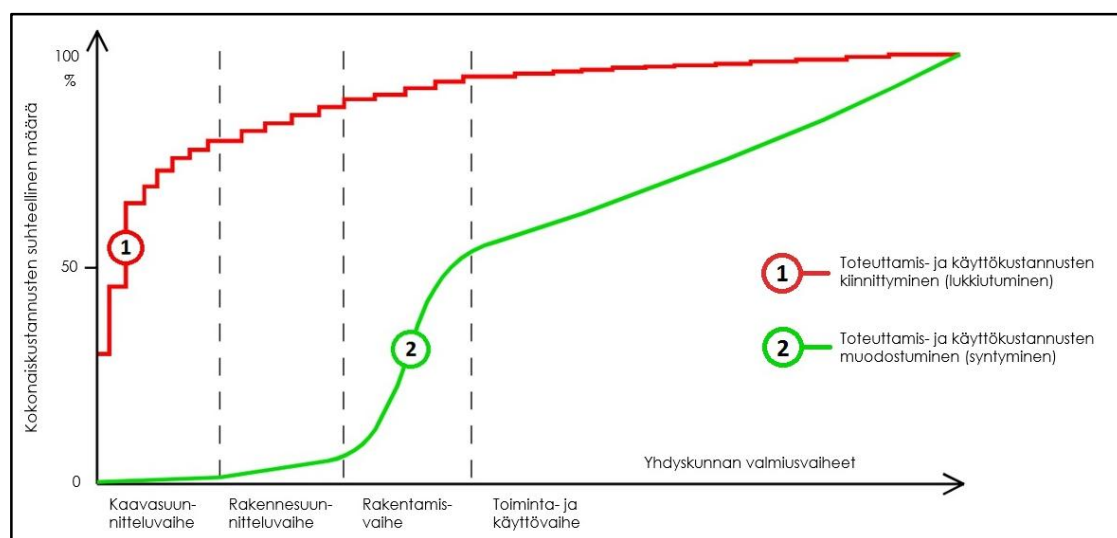
Muilta osin yleistason valinta on ympäristöön ja ympäröivään maankäyttöön sovittamista sekä massojen että rakentamisen ratkaisujen ja kustannusten optimointia edellä mainittujen yleistason vaikuttavien reunaehtojen puitteissa. [89, s. 46][95, s. 32-33]

Kortteli- ja muiden yleisten alueiden tasaussuunnittelu tulisikin massojen hallinnan tavoin laatia tiiviissä yhteistyössä kaavoituksen kanssa, koska kaavoituksessa määritellään muun muassa korttelien ja tonttien sijainnit, koko, käyttötarkoitus ja niiden liittyminen ympäröivään maankäyttöön. Kaavassa voidaan antaa tarvittaessa korttelien ja muiden yleisten alueiden esirakentamiseen, laatutasoon, korkeustasoon liittyviä tarkempia määräyksiä, joita rakentamisessa tulee noudattaa. [95, s. 9, s. 15]

3.3 Yhdyskuntatekninen suunnittelu kaavoituksen eri vaiheissa

3.3.1 Kaavoituksen vaikutus kaava-alueen kustannuksiin

Kaavas suunnittelu on monialainen prosessi, johon tyypillisesti osallistuvat kaavasunnittelijan, viranomaisten sekä muiden osallisten ja sidosryhmien lisäksi myös muiden suunnittelualojen ja -tekniikkalajien asiantuntijoita. Esimerkiksi yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden suunnittelulla on olennainen vaikutus kaavaratkaisuihin sekä kaavojen rakentamiskustannusten muodostumiseen. Kaava-alueen kokonaiskustannuksista suurin osa, arviolta noin 80-90 %, sidotaan jo maankäytön suunnittelussa ja sen eri vaiheissa. Kaavan kustannusten muodostumiseen vaikuttavat useat eri tekijät, kuten alueen rakenne, sijainti, mitoitus, maa- ja kallioperäominaisuudet, rakentamistehokkuus sekä -järjestys. Kaavasunnittelun jälkeen tehtävillä suunnitteluvaiheilla sekä päätöksillä on vain vähäinen vaikutus alueen kokonaiskustannusten määrään, jonka vuoksi kaavataloustarkastelut tulisi liittää osaksi kaavoitusprosessin eri vaiheiden suunnittelua sekä päätöksentekoa. [43, s. 2, s. 12-13, s. 28-30] Kuvassa 3.7. on esitetty kaavahankkeen toteutus-, käyttö- ja ylläpitokustannusten muodostuminen hankkeen eri vaiheissa.



Kuva 3.7. Kaavahankkeen toteutus-, käyttö- ja ylläpitokustannukset hankkeen eri vaiheissa, perustuu lähteeseen [43, s. 29].

Kaavojen suunnittelu tulee tehdä tiiviissä yhteistyössä sekä vuorovaikutuksessa eri osapuolten kanssa, koska kaavan ja siinä esitettyjen ratkaisujen on oltava kokonaisuutena taloudellinen, toimiva, tarkoitukseen soveltuva sekä asetettujen tavoitteiden mukainen, jotta se olisi edullinen ja hyväksyttävä. Kaavoittajan tehtävä onkin ohjata suunnittelutyötä ja varmistua siitä, että laadittava kaava on taloudellinen ja täyttää sille esitetyt tavoitteet. Muut eri suunnittelu- ja tekniikka-alojen asiantuntijat vastaavat kussakin kaavavaiheessa siitä, että oman suunnittelualan kaikki tehtävät ja niihin liittyvät suunnitelmat sekä selvitykset tehdään siten, että voidaan varmistua kaavan toimivuudesta sekä taloudellisuudesta. [43, s. 12-13, s. 30]

3.3.2 Maakuntakaava

Geotekninen suunnittelu

Maakuntakaavavaiheessa geotekninen suunnittelu ja sen tarkkuus on hyvin yleistasoista, koska maakuntakaava on laajemman alueen yleispiirteinen suunnitelma, jota ohjaa valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, ja jossa kuvataan maakunnan rakentamisen ja ympäristön kehittämisen suunnat tuleville vuosikymmenille, ja se toimii ohjeena tarkemmille kaavoille [43, s. 18-20][109]. Maakuntakaavoituksen yhteydessä tehtävän geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät painottuvatkin seudullisten maa- ja kallioperäominaisuuksien sekä niistä aiheutuvien tekijöiden selvittämiseen, kartoittamiseen sekä huomioimiseen. Kuvassa 3.8 on esitetty geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntakaavatasolla.

GEOTEKNINEN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Maaperän- ja kallioperän yleispiirteinen selvittäminen kallio- ja maaperäkartojen sekä olemassa olevien pohjatutkimusten perusteella*
- ✓ *Geoteknisten riskialueiden selvittäminen seudullisella tasolla*
- ✓ *Maa- ja kallioperäolosuhteiltaan huonosti rakentamiseen soveltuvien ja vaikeasti rakennettavien alueiden yleispiirteinen selvittäminen*
- ✓ *Maanalaiseen rakentamiseen soveltuvien alueiden kartoittaminen yleisellä tasolla*
- ✓ *Maa- ja kalliorakentamisen ympäristövaikutusten kartoittaminen seudullisella tasolla*
- ✓ *Geologisesti arvokkaiden luonnonsuojelukohteiden selvittäminen*
- ✓ *Seudullisesti merkittävien pohjavesialueiden kartoittaminen, suojelu ja käyttömahdollisuuksien säilyttäminen vedenhankinnassa.*
- ✓ *Ympäristövaurioiden kartoitus sekä luonnonarvojen palauttamisen arviointi seudullisella tasolla*

Kuva 3.8. Geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntatasolla.

Vesihuollon suunnittelu

Maakuntakaavan yhteydessä laadittavan vesihuoltosuunnitelman ensisijainen tehtävä on kaava-alueen vesihuollon nykytilanne, alueen kehitysnusteet, taloudelliset edellytykset ja ympäristönsuojelu huomioon ottaen arvioida kaavassa esitettyjen kohteiden ja alueiden toteutettavuus vesihuollon näkökulmasta. Suunnitelma toimii periaatteellisen toteuttamispäätöksen pohjana, joten sen tulee sisältää riittävän kattavat tiedot, jotta maankäytön periaatteelliset ratkaisut voidaan tehdä sekä seudullisesti taloudellinen toteuttamisaikataulu ja -järjestys pysytään laatimaan. Vedenhankinnan ja viemäröinnin liittyessä tiiviisti vesiensuojeluun laaditaan maakuntakaavojen vesihuoltosuunnitelmien yhteydessä usein varsinaisten vesihuoltoselvitysten lisäksi myös erillinen selvitys vesiensuojelusta. Maakuntakaavavaiheen vesihuoltosuunnittelussa tulee selvittää lisäksi koko vesistöalueelta, myös maakuntahallinnon rajat ylittäviltä osilta, heijastuvat vaikutukset maakunnan alu-

eelle ja arvioida kuntien mahdollisen yhteistyön edellytykset sekä tarpeet veden hankintaan ja viemäröinnin liittyen. Osana maakuntavaiheen vesihuoltosuunnitelmaa ja siihen liittyviä selvityksiä tulee laatia vedenhankinta- ja viemäröintisuunnitelmat, jotka perustuvat muun muassa alueen kartta-aineistoihin, tilastotietoihin ja ennusteisiin, tehtyihin suunnitelmiin ja selvityksiin sekä asetettuihin tavoitteisiin. [96, s. 52-54] Kuvassa 3.7 on esitetty vesihuollon suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntakaavatasolla.

VESIHUOLLON SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA

Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:

- ✓ Kaavassa esitettyjen kohteiden ja alueiden vesihuollon toteutettavuuden selvittäminen
- ✓ Maakunnan alueelle vesistöalueelta heijastuvien vaikutuksien selvittämien
- ✓ Kuntien mahdollisen yhteistyön edellytysten ja tarpeiden selvittäminen vedenhankintaan ja viemäröintiin liittyen
- ✓ Tarvittaessa vesiensuojelua koskevan selvityksen laadinta

Vedenhankintasuunnitelman yhteydessä tehtävä:

- ✓ Veden nykyisen käytön ja käyttöennusteen selvittäminen kulutusmuodoittain
- ✓ Nykyisten ja tulevien vedenkäyttöpisteiden sijaintien selvittäminen
- ✓ Kaava-alueen topografian ja maaperän selvittäminen yleisellä tasolla maa- ja kallioperäkarttojen avulla
- ✓ Raakaveden- ja pohjavesialueiden sekä pääjohtojen sijoituksen määrittäminen
- ✓ Vedenhankinta- ja puhdistuslaitosten tehojen ja rakentamisen ajoituksen alustava määrittäminen
- ✓ Pääpiirteittäinen suunnitelma ja kustannusarvio kunkin vedenkäyttöalueen vedensaannin järjestämisestä
- ✓ Kriisiajan vedenjakelun turvaamisen järjestäminen

Viemäröintisuunnitelman yhteydessä tehtävä:

- ✓ Seudullisesti merkittävien nykyisten pääviemärien ja niiden laajuuden, puhdistamojen ja pumppaamoiden selvittäminen
- ✓ Tärkeimpien käytössä olevien jätevesien purkualueiden selvittämien
- ✓ Seudullista merkitystä omaavien pääviemäreiden, pumppaamoiden ja puhdistamojen sijainnin, vaihtoehtojen sekä mitoituksen määrittäminen
- ✓ Tärkeimpien purkujärjestelyvaihtoehtojen selvittäminen ja niiden vertailu
- ✓ Viemäröintivaihtoehtojen tekninen, taloudellinen ja ympäristösuojellinen vertailu
- ✓ Edullisimman vaihtoehdon toteuttamis- ja rahoitusohjelman laadinta.

Kuva 3.7. Vesihuollon suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntatasolla, perustuu lähteeseen [96, s. 52-54].

Hulevesien hallinnan suunnittelu

Maakuntakaavavaiheessa voidaan osana tulvien hallintaa ja pinta- sekä pohjavesien turvaamista laatia yleispiirteinen selvitys, jossa arvioidaan hulevesiä ja niiden vaikutuksia. Selvitys voi olla osa vesihuoltolain mukaista vesienhoitosuunnitelmaa ja siihen sisällytettäviä selvityksiä, jotka liittyvät vesi- ja pohjavesialueiden suojeluun, hoitoon ja maankäytön haittavaikutuksiin sekä niiden ehkäisemiseen. [12, s. 27, s. 76][126] Kuvassa 3.8. on esitetty hulevesien hallinnan keskeisimmät tehtävät maakuntakaavatasolla.

HULEVESIEN HALLINAN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA

✓ Hulevesien ja niiden vaikutusten selvittäminen yleisellä tasolla

Kuva 3.8. Hulevesien hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntatasolla, perustuu lähteisiin [12, s. 27, s. 76][126].

Tien ja kadun suunnittelu

Maantiet

Maakuntakaava on yhdessä kuntien yhteisten yleiskaavojen ohella maantieverkoston pääteiden suunnittelun kannalta olennaisin kaavamuoto. Maakuntavaiheessa on tärkeää huomioida valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja niissä liikenneväyliä sekä liikennettä koskevat tavoitteet, kuten valtakunnallisesti merkittävien liikenneväylien toimivuuden ja kehittämisen turvaaminen. [61, s. 74-75] Tien esisuunnitteluvaihe vastaa maankäytön suunnittelun maakuntakaavaa, ja sen tavoitteena on kartoittaa kaavan yleispiirteisellä tarkkuustasolla tiehankkeiden tarve sekä ajoitus, kaikki mahdolliset sekä toteutuskelpoiset linjaus- ja ratkaisuvaihtoehdot sekä selvittää vaihtoehtojen vaikutukset ja kustannukset. Esiselvitysvaiheen perusteella tehdään päätös linjaus- ja ratkaisutoimenpiteiden tarpeellisuudesta, mahdollisesta jatkosuunnittelusta ja sen aloittamisesta sekä hankkeen ajoituksesta. Esisuunnitteluvaiheen vuorovaikutuksen ja osallistumisen tarve sekä laajuus vaihtelee hankkeen koon ja luonteen mukaan. Tyypillisesti esisuunnitteluvaiheessa korostuu kuntien ja maakuntaliittojen yhteistyö. [9][115, s. 7-9][119, s. 12-13] Kuvassa 3.9. on esitetty tien suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntakaavatasolla.

TIEN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Liikenneväyliä ja liikennettä koskevien valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden huomioon ottaminen
- ✓ Tiehakkeen tavoitteiden, tarpeen ja ajoituksen selvittäminen
- ✓ Kaikkien toteutuskelpoisten vaihtoehtojen selvittäminen
- ✓ Vaihtoehtojen vaikutusten alustava arvioiminen
- ✓ Vaihtoehtojen kustannusennusteiden ja -arvioiden laadinta

Kuva 3.9. Tien suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntatasolla, perustuu lähteisiin [9][61, s. 74-75][115, s. 7-9][119, s. 12-13].

Kadut

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan vastuu katujen suunnittelusta kuuluu kunnille, jolloin kaavoituksen yhteydessä tehtävä katujen suunnittelu liittyy kunnan vastuulla oleviin yleis-, osayleis- ja asemakaavoihin [56].

Massojen hallinnan suunnittelu

Maakuntakaavoituksen yhteydessä tehtävällä ennakoivalla massojen hallinnan suunnittelulla voidaan parantaa seudullista maa-aineshuoltoa ja massojen hallintaa osoittamalla jo maakuntakaavassa aluevaraukset ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueille. Kuntien tasolla laadittavien kaavojen tulee noudattaa maakuntakaavoissa esitetty linjauksia ja määräyksiä, jolloin kuntarajojen yli ulottuva seudullinen massojen hallinnan suunnittelu sekä maakuntakaavassa määritellyt aluevaraukset takaavat sen, että maa-ainesten käsittelyalueet sijoittuvat niin seudullisesti kuin massojen hallinnan kannalta ideaaleille alueille, hyvien kulkuyhteyksien sekä etäisyyksien päähän. Seudullisen maa-aineshuollon ja yhteistyön avulla voidaan vaikuttaa kuntien alueilla syntyvien ylijäämämaiden määriin, vähentää selvästi ylijäämämaiden kuljetusetäisyyksiä sekä -kustannuksia ja siten hankkeiden ympäristövaikutuksia. [111, s. 12] Kuvassa 3.10. on esitetty massojen hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntakaavatasolla.

MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Seudullisten ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueiden selvittäminen
- ✓ Seudullisten uusien ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueiden aluevarausten osoittaminen kaavamääräyksiin

Kuva 3.10. Massojen hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät maakuntatasolla, perustuu lähteeseen [111, s. 12].

3.3.3 Yleiskaava

Geotekninen suunnittelu

Yleiskaavavaiheessa geoteknisen suunnittelun tavoitteena on ”ohjata maa- ja kallioperäresurssien käyttöä kunnan sisällä siten, että alueen maa- ja kallioperän ominaisuuksista johtuvat rakentamismahdollisuudet otetaan huomioon.” [43, s. 18] Osayleiskaavavaiheessa geotekninen suunnittelu tarkentuu kaavoituksen tarkentuessa. Muilta osin suunnittelu noudattaa sille yleiskaavoitusvaiheessa esitettyjä tavoitteita. [43, s. 19]

Kuvassa 3.11. on esitetty geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavavaiheessa.

GEOTEKNINEN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Maa- ja kallioperäolosuhteiden selvittäminen
- ✓ Geoteknisten riskialueiden selvittäminen
- ✓ Maaperäolosuhteiltaan vaikeiden alueiden kartoittaminen
- ✓ Pohjavesien alueiden kartoittaminen, suojele sekä käyttömahdollisuuksien säilyttäminen vedenhankinnassa
- ✓ Geologisesti arvokkaiden luonnonkohteiden kartoitus
- ✓ Ympäristövaurioiden kartoitus sekä luonnonarvojen palauttamisen arviointi
- ✓ Maa- ja kalliomassojen hallinnan ohjaus
- ✓ Maa- ja kalliorakentamisen ympäristövaikutusten selvittäminen
- ✓ Teiden, katujen ja muiden väylien sekä teknisen huollon verkostojen pohjarakennusvaihtoehtojen kustannusten selvittäminen
- ✓ Maanalaisen rakentamisen edistäminen

Lisäksi osayleiskaavatasolla tehtävä:

- ✓ Nykyisten rakennusten ja rakenteiden pohjarakenteista rakentamiselle aiheutuvien haittojen sekä esteiden selvittäminen
- ✓ Ympäristövaurioiden asettamien reunaehtojen ja kunnostusmahdollisuuksien selvittäminen
- ✓ Vaihtoehtojen kuivatusratkaisuiden selvittäminen yhteistyössä kunnallistekniikan suunnittelijan kanssa
- ✓ Alueellisen pohjanvahvistustarpeen selvittäminen
- ✓ Ylijäämassojen minimointi pohjarakentamisen näkökulmasta
- ✓ Tarvittavien pohjarakennustoimenpiteiden ja niiden kustannusten alustava selvittäminen
- ✓ Kalliorakentamiselle soveltuvien paikkojen osoittaminen sekä mahdollistaminen myös tulevaisuudessa.
- ✓ Maa- ja kalliorakentamisen näkökulmasta rakentamisjärjestykseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen.

Kuva 3.11. Geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla, perustuu lähteeseen [43, s. 18-19].

Vesihuollon suunnittelu

Yleiskaavavaiheen vesihuoltosuunnitelmassa tarkennetaan maakuntakaavavaiheen suunnitelmassa esitettyjä ratkaisuja kunnan sisäisten vesihuoltoasioiden, kuten alueiden, ajoituksen sekä muiden tekijöiden osalta. Lisäksi suunnitelmassa tulee myös tarpeen mukaan huomioida muiden naapurikuntien vesihuolto siinä laajuudessa, että voidaan esittää koko kunnan vesihuollon periaatteet riittävällä ja kaavan vaatimalla tarkkuudella veden sekä

vesistöjen eri käyttömuodot huomioiden. Vesihuoltosuunnitelman ensisijainen tehtävä yleiskaavavaiheessa on ”mahdollisimman onnistuneen lopputuloksen, kaavan, aikaansaaminen” ja ”määrältään riittävän ja laadultaan vaatimukset täyttävän käyttöveden saannin turvaaminen, jätevesien johtaminen ja käsittely sekä muiden vesiensuojelutoimenpiteiden asianmukainen ratkaiseminen, kustannusselvitysten ja -vertailujen laatiminen siten, että maankäyttöratkaisut voidaan tältä osin toteuttaa kohtuullisin kustannuksin asetetut tavoitteet ja olosuhteet huomioon ottaen.” Suunnitelma toimii perustana alueen vesihuollon rakenteiden sijoittelulle ja sen yhteydessä tulee tehdä riittävästi tutkimuksia ja selvityksiä, joihin yleiskaavassa esitettävät vedenhankintaa ja viemärointiä koskevat ratkaisuperiaatteet perustuvat. [96, s. 55-56]

Yleiskaavan ja sen yhteydessä tehtävässä vesihuoltosuunnitelmassa tuleekin selvittää ja tutkia muun muassa kaava-alueen vesihuollon lähtötilanne, tulevan vedenkäytön ja viemäriveriesien ennusteet, alueen raakavesilähteet, vesivarat, purkuvesistöt ja purkupaikat, vesi- ja viemärilaitosten sekä vesisäiliöiden tarvitsemat tilavaraukset. Lisäksi osana yleiskaavan vesihuoltosuunnitelmaa tulee laatia alustava suunnitelma kaava-alueen vesihuoltojärjestelmästä sisältäen erillisen kustannusarvion- ja -vertailut sekä kunnan vedenhankintaa ja viemärointiin liittyen laatia erilliset vedenhankinta- ja viemärointisuunnitelmat. Yleiskaavoituksen yhteydessä laadittavien vesihuoltoselvitysten ja -suunnitelmien tehtävä on ensisijaisesti palvella yleiskaavan suunnittelua ja varmistaa, että kaikki kaavaan vaikuttavat eri tekijät on otettu riittävästi huomioon mahdollisimman onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi. [96, s. 55-57]

Osayleiskaavavaiheen vesihuoltosuunnitelmassa suunnittelu tarkentuu kaavoituksen tarkentuessa, suunnittelutarkkuuden lähentyessä asemakaavatasoisen suunnittelua. Suunnitelmalla voidaankin pyrkiä korvaamaan asemakaavatasoisen varsinaisen vesihuoltosuunnitelman, jolloin asemakaavan yhteydessä vain tarkastetaan, tarkennetaan ja tehdään muutoksien edellyttämät korjaukset osayleiskaavan suunnitelmaan. Osayleiskaavavaiheen suunnittelun tavoitteena onkin löytää vertailujen ja selvitysten avulla kunnan osa-alueelle parhaiten soveltuva ja toteutuskelpoisiin vaihtoehtoihin, johon asemakaavavaiheessa voidaan vielä tarvittaessa tehdä tarkennuksia tai korjauksia. Vesihuoltosuunnitelman tehtävänä on kunnan osa-alueen vesihuollon rakentamisen vaiheistuksen, vaihtoehtoratkaisujen ja -kustannusten tarkentaminen sekä arvioida muun muassa vesihuollon toteuttamisen kannalta katujen ja muiden yleisten alueiden sijaintia sekä sijoittelua. Jotta alueen viemärointitasot voidaan määrittää, vesi- ja viemärilinjojen rakennettavuus selvittää, ja vertailla eri ratkaisujen kustannuksia sekä toteutettavuutta ja varmistua edullisimman ratkaisuvaihtoehdon toteutettavuudesta tulee alueen topografiasta, maaperästä, olemassa olevista vesi- ja viemäriverkosta sekä teknisen huollon verkostoista olla riittävät lähtötiedot selvitetynä. Osayleiskaavan vesihuoltosuunnitelmassa esitetään karttapohjaisesti alueen putki- ja viemärilinjat, niiden tilavaraukset sekä korkeusasemat. [96, s. 57]

Kuvassa 3.12 on esitetty vesihuollon suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla.

VESIHUOLLON SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA

Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:

- ✓ Maakuntavaiheen vesihuoltosuunnitelman esitettyjen ratkaisuiden tarkentaminen kunnan vesihuollon osalta
- ✓ Kaava-alueen vesihuollon lähtötilanteen, tulevan vedenkäytön ja viemäriveriesien ennusteiden, raakavesilähteiden, vesivarojen, purkuvesistöjen, purkupaikkojen selvittäminen
- ✓ Koko kunnan vesihuollon ratkaisuperiaatteiden määrittäminen
- ✓ Määrältään riittävän ja laadukkaan käyttöveden saannin turvaaminen
- ✓ Jätevesien johtamisen ja käsittelyn sekä vesiensuojelutoimintojen ratkaiseminen
- ✓ Kaava-alueen vesihuoltojärjestelmän alustava suunnittelu
- ✓ Kustannusten selvittäminen ja vertailu

Vedenhankintasuunnitelman yhteydessä tehtävä:

- ✓ Vesilaitoksen suunnittelun kehittämisalueen ja toiminta-alueiden määrittäminen
- ✓ Vedenkäsittelylaitoksien, vesisäiliöiden, yms. vedenhankintaan liittyvien rakenteiden alustavien tilavarausten määrittäminen
- ✓ Raakaveden hankinnan ja vesilähteiden suojeluvaatimusten selvittäminen
- ✓ Alustavien ajoitus- ja kustannusarvioiden laadinta
- ✓ Vesiverkostojen yleistason suunnittelu ja kehittämistarpeiden määrittäminen

Viemärintisuunnitelman yhteydessä tehtävä:

- ✓ Viemärilaitoksen suunnittelun kehittämisalueen ja toiminta-alueiden määrittäminen
- ✓ Viemäriveriesien käsittelyn ja purkupaikkojen määrittäminen
- ✓ Viemärilaitoksien, yms. viemärintiin liittyvien rakenteiden alustavien tilavarausten määrittäminen
- ✓ Alustavien ajoitus- ja kustannusarvioiden laadinta
- ✓ Nykyisten pääviemäriverkoston nykyisjainnin ja kapasiteetin selvittäminen
- ✓ Pääviemäriverkoston linjausten alustava suunnittelu

Kuva 3.12. Vesihuollon suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla, perustuu lähteeseen [96, s. 55-57].

Hulevesien hallinnan suunnittelu

Kaavoitusprosessin yhteydessä tehtäville hulevesiselvityksille ja suunnitelmille parhaat edellytykset ja toteutusmahdollisuudet ovat yleiskaavan ja etenkin osayleiskaavojen laadinnan yhteydessä. Kaavasunnittelun yhteydessä tulee laatia aina riittävästi tutkimuksia

ja selvityksiä, joihin yleiskaava ja sen ratkaisut perustuvat. Yleiskaavatasolla tehtävien selvitysten ja suunnitelmien ensisijaisena tavoitteena on antaa riittävä kokonaiskuva sekä lähtötiedot suunniteltavasta kohteesta ja sen tilanteesta ennen asemakaavavaiheen suunnittelua. Yleiskaavoitettaessa ja suunniteltaessa uusia alueita tulee aina tehdä selvitys muun muassa suunnittelukohteen valuma-alueista sekä niihin liittyvistä pohjaveden muodostumisalueista sekä vesistöistä. Yleiskaavan yhteydessä laaditut selvitykset ja suunnitelmat voivat toimia ja olla osa kunnan hulevesi- ja pienvesiohjelmaa tai hulevesistrategiaa, joiden laatimisen yhteydessä voi jo yleiskaavavaiheessa olla perusteltua kartoittaa myös hulevesitulvien aiheuttamat riskialueet sekä tutkia hulevesien vaikutuksille altistuvien pienvesien mahdollinen kunnostustarve. [12, s. 76-78][65, s. 3-4]

Yleiskaavassa tai osayleiskaavassa voidaan lisäksi antaa hulevesiä koskevia yleispiirteisiä kaavamääräyksiä hulevesien hallintaan liittyen. Kaavoissa voidaan myös osoittaa erilaisin kaavamerkinnoin hulevesien hallintamenetelmiä ja hulevesijärjestelmiä varten varattavia alueita tai vaihtoehtoisesti ne voidaan myös esittää vain ohjeellisina. Lisäksi kaavoissa voidaan antaa myös tarkempia määräyksiä ja vaatimuksia hulevesijärjestelmien ja hallintamenetelmien mitoituksesta sekä suorituskyvystä. Hulevesien vaikutusten arvioimiseksi ja kohteeseen soveltuvan hulevesien hallinnan järjestämiseksi voidaan yleiskaavoituksen yhteydessä laatia erillinen hulevesien hallintasuunnitelma, jossa esitetään kaavoitusta ohjaavia tavoitteita hulevesien hallinnalle. Suunnitelma tulisi laatia kaavoitusprosessin alkaessa, jolloin sillä olisi kaavoitusta ohjaava vaikutus. Osayleiskaavan yhteydessä yleiskaavavaiheessa esitettyjä tavoitteita tarkennetaan siten, että ne toimivat myös asemakaavaa ohjaavina. [12, s. 22][65, s. 3-4] Kuvassa 3.13. on esitetty hulevesien hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavavaiheessa.

HULEVESIEN HALLINNAN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Hulevesien hallinnan periaatteiden määrittäminen
- ✓ Hulevesien tulva- ja ylivuotoreittien selvittäminen
- ✓ Vesistöjen, hulevesien valuma-alueiden ja -reittien sekä pohjavesien muodostumisalueiden selvittäminen
- ✓ Valuma-aluekohtaisten hallintamenetelmien ja aluevarausten määrittäminen
- ✓ Tarkemman suunnittelun ohjaustoimien ja tarvittavien kaavamääräysten määrittäminen

Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävä:

- ✓ Tulvariskialueiden selvittäminen
- ✓ Hulevesille altistuvien pienvesien kunnostustarpeen tutkiminen

Kuva 3.13. Hulevesien hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [12, s. 76-78][65, s. 3-4].

Tien ja kadun suunnittelu

Maantiet

Yleiskaavavaihe ja sitä vastaava yleissuunnitteluvaihe ovat tiehankkeeseen vaikuttamisen kannalta olennainen vaihe, koska siinä määritetään muun muassa tien likimääräinen sijainti, laatutaso, tilantarve sekä vaikutukset ja suhde ympäröivään maankäyttöön, liikenteeseen, tieverkkoon, ihmisten elinoloihin sekä ympäristöön. Tien yleissuunnittelun tavoitteena on tutkia ja vertailla tiehankkeen vaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia sekä valita toteutuskelpoisin ja edullisin vaihtoehto jatkosuunnittelun pohjaksi. Yleissuunnitteluvaiheen yhteydessä tulee laatia myös tiehankkeen ympäristövaikutusten arviointi (YVA), mikäli lainsäädäntö sitä erikseen edellyttää. Yleissuunnitelmaehdotus tulee hyväksyttää ennen tiesuunnittelun aloittamista. Hyväksytty yleissuunnitelma saattaa rajoittaa muuta rakentamista ja alueiden käyttöä sekä antaa tienpitäjälle oikeuden lunastaa maa-alueita. Vaikuttamisen kannalta tärkeää on myös huomioida, ettei yleissuunnitelmassa hyväksytyihin asioihin tai periaateratkaisuihin enää palata tai niitä käsitellä myöhemmissä suunnitteluvaiheissa, jolloin tehtyihin ratkaisuihin ei voida myöskään enää myöhemmin vaikuttaa muistutuksia jättämällä tai niistä valittamalla. Yleissuunnitelma tulee laatia sillä tarkkuudella, että voidaan varmistua suunnitelman ja sen sisältämien suunnitteluratkaisujen teknisestä, taloudellisesta sekä ympäristöllisestä toteutuskelpoisuudesta. [9] [115, s. 10] Kuvassa 3.14. on esitetty tien suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavavaiheessa.

TIEN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Tien likimääräisen sijainnin ja tilantarpeen määrittäminen*
- ✓ *Teknisten ja liikenteellisten periaateratkaisuiden määrittäminen*
- ✓ *Tieympäristön maisemoinnin ja viheralueiden periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Ympäristöhaittojen torjumisen periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Vaikutusten arviointi*
- ✓ *Kustannusarvion laadinta*
- ✓ *Rakentamisen tavoitteellisen ajoituksen ja rakentamisen vaiheistuksen määrittäminen*

Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävä:

- ✓ *Tiehankkeen ympäristövaikutusten arviointi (YVA)*

Kuva 3.14. Tien suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [9][115, s. 10].

Kadut

Kadun yleissuunnittelu vastaa maankäytön yleiskaavoitusvaihetta ja sen suunnittelutarkkuutta. Yleissuunnittelua tehdään yleensä tavanomaista suuremmissa tai vaikutuksiltaan merkittävässä katu- ja aluesuunnitteluhankkeissa. Yleiskaavoituksen yhteydessä tehdään liikenneverkon jäsentämiseksi, toteutusmahdollisuuksien ja toimivuuden varmistamiseksi sekä liikenneteknisten tekijöiden ja mitoitusmenetelmien selvittämiseksi erilaisia liikenne-, liikennejärjestelmä- ja kehittämissuunnitelmia sekä selvityksiä, joihin yleissuunnittelussa esitettävät ratkaisut perustuvat. Yleissuunnitelma voi koostua yhdestä tai useammasta kadusta ja sen laadinnassa noudatetaan normaalia osallistumis- ja vuorovaikutusmenettelyä ja se voidaan tarvittaessa laittaa nähtäville sekä hyväksyttävä teknisellä lautakunnalla, jolloin se toimisi asemakaavoitusta ohjaavana sekä katusuunnittelun pohjana. Yleissuunnitelman tavoitteena on ”ratkaista olevia ja syntyviä ongelmia siten, että ratkaisut ovat yhdenmukaisia koko tarkastelujaksolla ja soveltuvat rakennettuun ympäristöön. Mahdollistaa katujakson pitkäjänteinen kehittäminen ja rakentaminen vaiheittain sekä palvella osahankkeiden aikatauluttamista, työohjelmien laadintaa ja jatkosuunnittelua.” [31, s. 42-43][79, s. 33][108] Kuvassa 3.15. on esitetty kadun suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavavaiheessa.

KADUN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Katujen ja kevyen liikenteen väylien alustavien linjausten, tasausten ja poikkileikkausten periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Liikennejärjestelyjen ja kadun mitoitusperiaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Liittymäperiaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Tilatarpeiden ja -varausten määrittäminen*
- ✓ *Pintamateriaalien ja kasvillisuuden periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Kustannusarvion laadinta*

Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävä:

- ✓ *Pysäköintijärjestelyjen periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Linja-autopysäkkien ja mahdollisen raitiotievarauksen määrittäminen*
- ✓ *Ali- ja ylikulkupaikkojen sekä mahdollisten siltapaikkojen määrittäminen*
- ✓ *Pohjavahvistustarpeen määrittäminen*

Kuva 3.15. Kadun suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [31, s. 42-43][44][84, s. 178-181][94, s. 3-5][106].

Massojen hallinnan suunnittelu

Viimeistään yleiskaavavaiheessa tulee selvittää kunnan ylijäämämaiden sijoitusalueiden nykytila, arvioida uusien alueiden tarpeellisuus sekä osoittaa aluevarauksin kunnat uudet

tulevat ylijäämämassojen käsittely- sekä varastointialueet. Lähtökohtaisesti ylijäämämaiden sijoituspaikkojen maanvastaanotto ja -kaatopaikkatoiminta sekä täyttäminen tulisi olla vain välillistä toimintaa, joka edistää alueen kunnostamista ja palvelee alueen tulevaa lopullista käyttötarkoitusta. Yleiskaavavaiheen massojen hallinnan suunnittelulla tulisi pyrkiä edistämään sijoituspaikkojen tulevaa käyttöä täyttämisen jälkeen osoittamalla alueille käyttötarkoitus, ja siten välttää ympäristövaurioiden muodostuminen. Yleiskaavavaiheessa tulisi myös ottaa huomioon kunnan tuleva maa-ainestenotto tutkimalla kunnan nykyisten ottoalueiden nykytila, kartoittaa kunnan maa-ainesvarat, arvioida tulevaisuudessa tarvittavien maa-ainesten tarve ja selvittää uusien ottoalueiden tarpeellisuus sekä osoittaa kaavassa aluevarauksin kunnan uusien maa-ainesottoalueiden sijainnit. Yleiskaavan yhteydessä tulisi lisäksi määritellä ja suunnitella maa-ainesottoaikkajen lopullinen käyttötarkoitus toiminnan loppuessa siten, että lopullisessa tilanteessa alue palvelisi ihmisiä ja olisi ympäristöystävällinen. [43, s. 78][111, s. 13] Kuvassa 3.16. on esitetty massojen hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavavaiheessa.

MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Kunnan ylijäämämaamassojen sijoituspaikkojen nykytilan selvittäminen ja uusien alueiden tarpeellisuuden arviointi*
- ✓ *Kunnan uusien ylijäämämassojen käsittely- sekä varastointi alueiden käyttötarkoitusten ja aluevarausten osoittaminen kaavamääräyksen*
- ✓ *Kunnan nykyisten maa-ainesottoalueiden nykytilan selvittäminen ja uusien alueiden tarpeellisuuden arviointi.*
- ✓ *Kunnan uusien maa-ainesottoalueiden käyttötarkoitusten ja aluevarausten osoittaminen kaavamääräyksen*

Kuva 3.16. Massojen hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [43, s. 78][111, s. 13].

3.3.4 Asemakaava

Geotekninen suunnittelu

Geoteknisen suunnittelun tavoitteet asemakaavatasolla muodostuvat yleis- ja osayleiskaavojen yhteydessä esitetyistä tavoitteista. Asemakaavoitusvaiheen geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät keskittyvät kaavoitettujen korttelialueiden maa- ja pohjarakennusteknisten riskien ja vaikutuksien määrittämiseen. Havaittuja riskejä ja haittavaikutuksia pyritään minimoimaan asemakaavoituksen yhteydessä kortteleiden rakennusten ja rakenteiden sijoittelua sekä korkeustasoa optimoimalla. Lisäksi asemakaavavaiheessa täydennetään aiemmissa kaavavaiheissa tehtyjä geoteknisiä suunnitelmia sekä niissä esitettyjä ratkaisuja. [43, s. 19]

Kuvassa 3.17. on esitetty geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaava-vaiheessa.

GEOTEKNINEN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Kaava-alueen korkeustasojen määrittämien pohjarakentamisen ja massatalouden näkökulmasta yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa*
- ✓ *Alueellisen pohjanvahvistustarpeen ja ympäristövaurioiden kunnostustarpeen sekä toimenpiteiden kustannusten, aikataulun yms. tekijöiden selvittäminen*
- ✓ *Rakennusten ja rakenteiden pohjarakennusvaihtoehtojen sekä -kustannusten selvittäminen*
- ✓ *Rakentamisalueiden raatonkriittisyyden selvittämien*
- ✓ *Suunniteltavien maanalaisten tilojen sijainnin, koon ja käyttötarkoituksen selvittäminen*

Kuva 3.17. *Geoteknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla, perustuu lähteeseen [43, s. 20].*

Vesihuollon suunnittelu

Asemakaavavaiheen vesihuoltosuunnitelman suunnittelutarkkuus vastaa vesihuollon toteutussuunnitelmaa, jonka tehtävänä on muun muassa kaava-alueen mitoituksen viimeistely tontti- ja korttelikohtaisesti, eri mitoitusvaihtoehtojen vaikutusten tutkiminen, olemassa olevien rakenteiden sijainnin, kunnon ja kapasiteetin tarkempi selvittäminen, verkostojen suunnittelu tonttikohtaisesti rakennuskustannusten minimoimiseksi, vesihuoltoverkostojen rakentamisjärjestyksen selvittäminen ja sovittaminen muun kaava-alueen rakentamisen kanssa sekä kustannusarvion laatiminen. Siirryttäessä vesihuollonsuunnittelussa yleispiirteiseltä yleiskaavatasolta yksityiskohtaiseen asemakaavasunnitteluun muuttuu kaavoituksen yhteydessä tehtävän vesihuoltosuunnittelun painotus resurssi- ja kustannusasioista enemmän teknisten yksityiskohtien, kuten viemäriverkoston tarkan sijainnin, korkeusaseman, tontti- ja korttelikohtaisen mitoituksen määrittämiseen sekä rakennettavuuden ja toteutukseen liittyvien tekijöiden selvittämiseen. Asemakaavoitukseen liittyvä vesihuoltosuunnitelma onkin pääosin aiemmissa kaavavaiheissa esitettyjen vesihuoltoratkaisujen ja -selvitysten sekä lähtötietojen tarkastamista, tarkentamista ja tarvittavien korjausten tekeminen kaavoituksen ja rakentamisen vaatimalla tarkkuudella. [96, s. 57-58]

Kuvissa 3.18 on esitetty vesihuollon suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla.

VESIHUOLLON SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA

Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:

- ✓ Aiemmissa kaavavaiheissa esitettyjen vesihuoltoratkaisujen ja -selvitysten sekä lähtötietojen tarkastaminen, tarkentaminen ja tarvittaessa korjaaminen muun muassa maaperän, tilavarausten, sijoittelun, korkeusaseman, ennusteiden, mitoitus- ja kustannusten osalta.
- ✓ Olemassa olevien rakenteiden sijainnin, kunnon ja kapasiteetin tarkempi selvittäminen
- ✓ Kaava-alueen mitoituksen viimeistely tontti- ja korttelikohtaisesti
- ✓ Verkostojen suunnittelu tonttikohtaisesti rakennuskustannusten minimoimiseksi ja tarvittaessa kaavamääräysten määräysten määrittäminen
- ✓ Vesihuoltoverkostojen ja -rakenteiden rakentamisjärjestyksen selvittäminen ja sovittaminen muun kaava-alueen rakentamisen kanssa
- ✓ Kartta-aineistopohjaisen suunnitelman, selostuksen ja tarvittavien piirustusten sekä kustannusarvion laatiminen

Vedenhankintasuunnitelman yhteydessä tehtävä:

- ✓ Vesihuoltolaitteiden vaatimien suojajänteiden ja tarvittavien kaavarasitteiden selvittäminen
- ✓ Kaava-alueen alimman ja ylimmän mitoituspainetason määrittäminen
- ✓ Vesisäiliöiden tarkempi mitoittaminen ja vesitilavuuksien sekä vesipintojen korkeustasojen määrittäminen
- ✓ Laitos- ja johto-osittain eritelty kustannusarvion ja kaavan rakentamisjärjestyksen mukaisen rakentamisaikataulun laadinta

Viemärintisuunnitelman yhteydessä tehtävä:

- ✓ Viemärintisuunnittelun yhteensovittaminen teknisen huollon verkkojen ja katusuunnittelun kanssa
- ✓ Viemäreiden korkeusasemien määrittäminen katusuunnittelun vaatimalla tarkkuudella

Kuva 3.18. Vesihuollon suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla, perustuu lähteeseen [96, s. 58-60].

Hulevesien hallinnan suunnittelu

Asemakaavavaiheessa tarkennetaan ja täydennetään aiemmissa kaavavaiheissa tehtyjä selvityksiä, suunnitelmia sekä niissä annettuja määräyksiä, ohjeita sekä tavoitteita. Asemakaavoituksen yhteydessä laadittavassa hulevesien hallintasuunnitelmassa tulisi tutkia mahdollisuudet alueen hulevesien muodostumisen ehkäisemiseksi, selvittää ja määrittää toimenpiteet sekä tarvittavat hallintamenetelmät alueella syntyvien hulevesien määrän vähentämiseksi ja pintavalun tasaukseksi. Hallintamenetelmien ja toimenpiteiden

valintaan vaikuttavat muun muassa vallitsevat pohjaolosuhteet, rakentamisen määrä, vettä läpäisemättömien pintojen osuus, käytettävissä oleva tila ja syntyvien pintavesien laatu sekä määrä. [12, s. 18-19, s. 22, s. 77-79] Hulevesien hallintasuunnitelman lisäksi asemakaavoituksen yhteydessä laaditaan yleensä myös tarkempia hulevesisuunnitelmia, jotta kaavassa esitettävät hulevesien hallintamenetelmät ja ratkaisut, niiden vaatimat tilavaraukset, sijoitus sekä mitoitusperusteet saadaan määritettyä riittävällä tarkkuudella. Hulevesien hallinnan suunnittelu ei aina ulotu vain yleisille alueille, vaan kaavan yhteydessä voidaan tarvittaessa esittää myös tontti- ja korttelialueiden hulevesien hallintaan liittyviä yleisiä ja yksityiskohtaisia vaatimuksia, jotka tulee määrittää ja esittää asemakaavassa kaavamääräyksiin sekä -merkinnöihin. Asemakaavassa voidaan lisäksi myös esittää kaava-merkintöjä ja -määräyksiä muun muassa vettä läpäisemättömien pintoihin, tulvareitteihin ja viherpainanteisiin liittyen. [65, s. 4]

Kaikkia alueella syntyviä hulevesiä ja niiden hallintaa ei kuitenkaan ole kannattavaa pyrkiä järjestämään hulevesien hallintamenetelmien avulla. Olennainen osa maankäytön suunnittelun hulevesien kokonaisvaltaista hallintaa onkin valuma-alueelähtöinen tulvareittitarkastelu ja -suunnittelu. Tulvareittitarkastelusta laaditaan erillinen tulvareittikartta, jossa esitetään maanpinnalla kulkevat hulevesien virtausreitit ja mahdollisille tulvariskille alttiit kohteet tilanteessa, jossa hulevesijärjestelmien mitoituskapasiteetti on ylittynyt. Tarkastelun perusteella selvitetty tulvariskille alttiit kohteet tulee aina erikseen arvioida asemakaavoituksen yhteydessä, ja tarvittaessa kohteille tulee kaavamääräyksiin määrittää alin sallittu rakentamiskorkeus. [12, s. 19, s. 24][65, s. 4] Hulevesien hallintaa koskevat hulevesisuunnitelmat tulisikin laatia jo kaavan alkuvaiheessa, jolloin niissä esitetyt hallintamenetelmät ja rakenneratkaisut, sijoitus sekä mitoitukseen liittyvät tekijät toimivat pohjana asemakaavalle ja kaava-määräyksille, rakentamistapaohjeille sekä hulevesijärjestelmien tilavarauksille. Lisäksi asemakaavan yhteydessä laaditut hulevesisuunnitelmat ovat oleellinen osa kaavoituksen tiedottamista sekä kaavan ympäristö- ja haitta-vaikutusten arviointia. [12, s. 77-79] Kuvassa 3.19. on esitetty hulevesien hallinnan ja suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavavaiheessa.

HULEVESIEN HALLINNAN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Hulevesien hallintamenetelmien ja toimenpiteiden määrittäminen*
- ✓ *Hulevesien hallintamenetelmien rakenteellisten ratkaisujen suunnittelu ja mitoittaminen*
- ✓ *Hulevesijärjestelmien ja hallintamenetelmien sijainnin sekä aluevarausten määrittäminen*
- ✓ *Valuma-alueelähtöinen tulvareittitarkastelu ja -suunnittelu sekä tulvareittikartan laadinta.*
- ✓ *Hulevesien hallintaan liittyvien yleisten ja tonttikohtaisten kaavamääräysten, -merkintöjen sekä -ohjeiden määrittäminen*

Kuva 3.19. Hulevesien hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla, perustuu lähteisiin [12, s. 18-19, s. 22, s. 24, s. 77-79][65, s. 4].

Tien ja kadun suunnittelu

Maantiet

Asemakaavavaihetta vastaava tiesuunnitelma on tiehankkeen yksityiskohtainen suunnitelma, jossa määritellään viimeistään tien tarkka sijainti, hankkeen tie- ja liikennetekniset sekä muut yksityiskohtaiset ratkaisut sekä selvitetään niiden vaikutukset ympäröivään maankäyttöön ja ympäristöön sekä laaditaan kustannusarvio. Tiesuunnitteluvaiheen tavoite on tuottaa toteutusvaiheen suunnitteluun tähtäävä, toteutuskelpoinen ja hallinnollisesti hyväksyttävä tiesuunnitelma, joka mahdollistaa sen sisältämien ratkaisujen teknisen, taloudellisen sekä ympäristöllisen toteutuskelpoisuuden arvioinnin sekä sen perusteella tehtävien alue- ja tilavarausten määrittämisen. Koska hyväksytty tiesuunnitelma antaa tienpitäjälle oikeuden tiealueen haltuunottamiseen, siinä määritetään tien tarkka sijainti sekä tarvittava tiealue. Tiesuunnitteluvaiheessa korostuukin yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkitys etenkin maanomistajien sekä muiden hankkeen osallisten kesken, joihin suunnittelu ja siinä tehtävät ratkaisut vaikuttavat. [9][115, s. 11] Kuvassa 3.20 on esitetty tien suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavavaiheessa.

TIEN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Tien tarkan sijainnin ja tilantarpeen määrittäminen*
- ✓ *Tieteknisten ja liikenteellisten periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Tieympäristön maisemoinnin ja viheralueiden periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Ympäristöhaittojen torjumisen periaatteiden määrittäminen*
- ✓ *Vaikutusten arviointi*
- ✓ *Kustannusarvion laadinta ja kustannusten jaottelu*
- ✓ *Rakentamisen tavoitteellisen aikataulun ja rakentamisvaiheiden määrittäminen*

Kuva 3.20. Tien suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla, perustuu lähteisiin [9][115, s. 11].

Kadut

Asemakaavoituksen yhteydessä määritellään suurin osa kadun liikenteellisistä ratkaisuista ja katusuunnittelun lähtökohdista. Tämän vuoksi katusuunnittelu onkin liitetty monessa kunnassa osaksi asemakaavoitusta, jolloin katusuunnittelu ja asemakaavan laadinta etenevät samanaikaisesti, ja valmiit suunnitelmaehdotukset voidaan laittaa yhtäaikaaisesti nähtäville ja hyväksyttäväksi. Menettelyn etuna on, että katusuunnittelija on heti asemakaavoituksen alkaessa suunnittelussa mukana, jolloin voidaan varmistua siitä, että suunniteltava katu saadaan sovitettua ympäröivään maankäyttöön parhaalla mahdollisella tavalla, ja että asemakaavassa määritelty katualue on riittävä kadun teknisille ratkaisuille. Yleis- ja asemakaavan lisäksi katusuunnittelua ohjaavat muun muassa erilaiset liikenne-, liikennejärjestelmä- ja kehittämissuunnitelmat sekä muut selvitykset ja aiemmin laaditut kadun ja teknisen huollon yleissuunnitelmat. [31, s. 18-19, s. 20-21]

Kuvassa 3.21 on esitetty kadun suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavavaiheessa.

KADUN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Kadun liikennejärjestelyjen määrittäminen
- ✓ Katualueen kuivatuksen ja sadevesien johtamisen määrittäminen
- ✓ Kadun korkeusaseman määrittäminen
- ✓ Katualueen päällysmateriaalien määrittäminen
- ✓ Katualueen istutusten määrittämien
- ✓ Kadun pysyväisluonteisten rakennelmien ja laitteiden määrittäminen

Lisäksi asemakaavatasolla tarvittaessa tehtävä:

- ✓ Katualueen eri käyttötarkoitusten määrittäminen
- ✓ Kadun ja sen ympäristön yhteensopivuuden esittäminen
- ✓ Kadun ympäristökuvaallisten vaikutusten selvittäminen

Kuva 3.21. Kadun suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla, perustuu lähteeseen [56].

Massojen hallinnan suunnittelu

Asemakaavavaiheen suunnittelun yhteydessä tulisi selvittää kaava-alueen kortteleiden ja muiden yleisten alueiden rakentamisesta syntyvien ylijäämämaiden massamäärät, osoittaa ylijäämaille sijoituspaikat sekä määrittää sijoituspaikkojen tarkat sijainnit, pinta-alat ja niiden tilavaraukset. Asemakaavoituksessa massojen hallinnan suunnittelun tavoitteena on, että esitettävien ratkaisuiden sekä ohjeistuksen myötä kaava-alueella syntyisi mahdollisimman vähän ylijäämämassoja, syntyville ylijäämämassoille olisi osoitettu valmiit sijoituspaikat mahdollisimman läheltä ja lyhyiden kuljetusetäisyyksien päässä niiden syntypaikkaa sekä sijoitusratkaisut perustuisivat kaavoituksen yhteydessä laadittuihin massa-arvioihin. Kaava-alueella syntyviä ylijäämämassoja voidaan pyrkiä vähentämään muun muassa ennakoimalla aluerakentamisen täyttötarpeita, vaiheistamalla alueiden rakentamista ja tonttien luovuttamista sekä välivarastoimalla massoja uusien, mutta vielä rakentamattomien alueiden yhteyteen. Tällöin ylimääräiset massat saataisiin lyhyiden etäisyyksien päästä hyötykäytettyä muun muassa korttelialueiden katujen sekä tonttien täyttöihin. Lisäksi ylijäämämaita voidaan vähentää esittämällä asemakaavassa kortteli- ja muille yleisille alueille rakentamista ohjaavia sekä massa- ja tasotarkasteluihin perustuvia ohjeellisia korkeustasoja sekä suosimalla kaavoituksessa ja rakentamisessa rinne- ja maastoltaan monimuotoisilla ja mäkisillä alueilla. [43, s. 78-79, s. 97][111, s. 13]

Ylijäämämassojen sijoittamista voidaan myös helpottaa osoittamalla kaavassa ylijäämä-massoille soveltuvia sijoituspaikkoja ja väliaikaisia varastointialueita muun muassa ur-heilu-, puisto-, virkistys-, melu- ja näkösuoja-alueiksi. Osoittamalla jo kaavassa sijoitus-alueiden lopullinen käyttötarkoitus mahdollistetaan niin täyttötyön ja sen vaiheistuksen kuin alueiden lopullisen käyttötarkoituksen, kuten esimerkiksi maisemoinnin tarkempi suunnittelu. [43, s. 78-79, s. 97][111, s. 13] Kuvassa 3.22 on esitetty massojen hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavavaiheessa

MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Kaava-alueen kortteleiden ja muiden yleisten alueiden korkeustasojen ja massamäärien selvittäminen*
- ✓ *Ylijäämämassoille soveltuvien sijoituspaikkojen selvittäminen*
- ✓ *Ylijäämämassojen sijoituspaikkojen käyttötarkoitusten, pinta-alojen, tilavarausten sekä sijaintien määrittäminen*
- ✓ *Aluerakentamisen täyttötarpeiden ja massojen välivarastointipaikkojen selvittäminen*
- ✓ *Kaava-alueen rakentamisen ja tonttien luovutuksen vaiheistamisen suunnittelu massojen hallinnan näkökulmasta*
- ✓ *Massojen hallintaan liittyvien ja rakentamista ohjaavien kaavamääräysten ja -ohjeiden määrittäminen.*

Kuva 3.22. *Massojen hallinnan suunnittelun keskeisimmät tehtävät asemakaavatasolla, perustuu lähteisiin [43, s. 78-79, s. 97][111, s. 13].*

Yhdyskuntateknisen suunnittelun keskeisimmät tehtävät kaavoituksen eri vaiheissa on esitetty kootusti ja osa-alueittain työn liitteenä (liite A).

4. YHDYSKUNTATEKNINEN SUUNNITTELU JA TIETOMALLINTAMINEN

4.1 Yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintaminen

Yhdyskuntateknisen suunnittelu ja sen eri tekniikkalajit ovat osa infrasuunnittelua, ja tämän vuoksi yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintamisesta käytetään yleisesti hyväksyttyä inframallintaminen-termiä.

Infrahankkeen suunnittelu on useimmiten monialainen ja vaihteittain tarkentuva prosessi, jonka suunnitteluun osallistuu eri alojen asiantuntijoita sekä suunnittelijoita. Tämän vuoksi myös hankkeen sisältämä suunnittelu- ja lähtöaineisto on usein monimuotoista ja vaihtelevaa. Hankkeen onnistumisen kannalta keskeiseen rooliin ja hyvään suunnittelulopputulokseen pääseminen vaatii nykypäivänä suunnitteluprojektiorganisaatioiden laajentuessa, suunnitteluallianssien yleistyessä sekä hankkeiden sisältämän tietomäärän kasvaessa eri suunnittelutahojen ja asiantuntijoiden keskinäistä hyvää yhteistyötä ja etenkin erinomaista ja esteetöntä tiedonhallintaa hankkeen kaikissa vaiheissa ja kaikkien osapuolten kesken. Tämän vuoksi infrahankkeiden suunnittelussa on viime vuosina siirrytty yhä enemmän tietomallipohjaiseen suunnitteluun eli inframallintamiseen.

Tietomallipohjainen suunnittelu, etenkin inframallintaminen, on ottanut isoja kehitysharppauksia viime vuosien aikana, ja vanhasta dokumenttipohjaisesta suunnittelusta ollaan siirrytty yhä enemmän tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Kehitys on tuonut mukanaan markkinoille useita erityisesti infrasuunnitteluun kehitettyjä ohjelmistoja sekä sovelluksia, jotka mahdollistavat infrahankkeen elinkaaren aikaisen tiedonhallinnan paremmin kuin perinteiset dokumenttipohjaiset menetelmät. Tietomallinnuksella tehostetaan hankkeen sisäistä tiedonhallintaa, kun kaikki hankkeen sisältämä suunnittelu- ja lähtötieto on aina ajantasaista, yhtenäisessä formaatissa ja mallimuodossa kaikkien osapuolten saatavissa yhdestä ja samasta paikasta ajasta ja sijainnista riippumatta. Mallintaminen myös tehostaa suunnittelutyötä, vähentää olennaisesti suunnitteluvirheitä ja parantaa suunnittelutyön laatua sekä laadunvarmistusta. [119, s. 7-9, s. 12]

Uudet suunnitteluohjelmat ja sovellukset sekä niiden nopea kehitys ovat muuttaneet voimakkaasti infrasuunnittelua ja sen yleisiä suunnittelukäytäntöjä, -malleja sekä totuttuja työtapoja, mikä vaatii käyttäjiltä uudenlaista osaamista ja valmiuksia, uusien asioiden nopeaa omaksuntaa sekä etenkin rohkeutta, avointa ja kehityskeskeistä ajattelutapaa tietomallintamista kohtaan. Vastaavasti uudet suunnitteluohjelmistot ja sovellukset sekä inframallintaminen mahdollistavat paljon uusia asioita ja sitä kautta tuovat paljon hyötyjä sekä etuja infrasuunnitteluun.

Tunnetuimmat ja käytetyimmät infrasuunnitteluohjelmistot ovat etenkin Novapoint ja Tekla Structures. Näiden lisäksi Suomessa käytetään myös monia muita sovelluksia, kuten muun muassa Autodeskin AutoCAD ja Bentleyyn Microstation -tuoteperheiden tuotteita, jotka ovat maailmanlaajuisesti eniten käytettyjä suunnittelu-sovelluksia. [119, s. 31]

Nykyisin tietomallipohjainen suunnittelu on jo arkipäivää etenkin suurissa infrahankkeissa. Tulevaisuudessa inframallintaminen tuleekin yleistymään entisestään myös pienten ja keskikokoisten hankkeiden suunnittelussa. Mallintamisen kehittäminen tulee jatkossa painottumaan eri ohjelmistojen välisen tiedonsiirron ja formaattien yhtenäistämiseen sekä suunnittelun ja työmaan välisen tietosisällön ja siitä saatavien hyötyjen täysmittaiseen kehittämiseen etenkin toteutusaikataulujen ja kustannusten osalta. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa se tarkoittaa neljännen ja mahdollisesti myös viidennen ulottuvuuden ottamista suunnitteluun mukaan ajan ja kustannusten muodossa.

4.2 Yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintaminen osana maankäytön suunnittelua

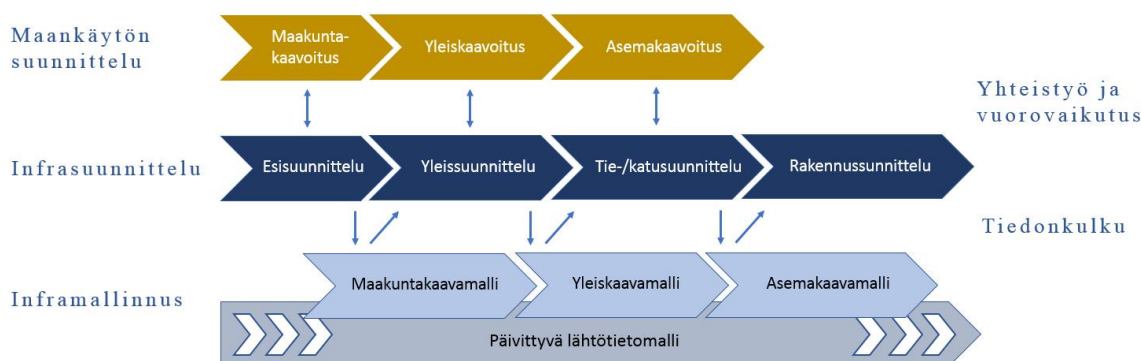
4.2.1 Tietomallintamisen toteutus, vaiheet ja inframallit

Infrasuunnitteluun ja -mallintamiseen sisältyy maankäytön suunnittelun tavoin useita eri suunnittelu- ja päätöksentekovaiheita, joiden avulla infrasuunnittelu ja sen eri osa-alueet sekä tietomallintaminen voidaan kytkeä osaksi maankäytön suunnittelua sekä päätöksentekoa. Kuvassa 4.1. on esitetty tien suunnittelun eri vaiheet sekä kytkeytyminen maankäytön suunnitteluun.



Kuva 4.1. Tien suunnittelun eri vaiheet sekä kytkeytyminen maankäytön suunnitteluun [115, s. 8].

Maankäytön suunnitteluun vahvasti sidoksissa oleva väyläsuunnittelu toimii perustana kaavahankkeen tietomallipohjaiselle suunnittelulle. Kaavoituksen kanssa samanaikaisesti etenevä suunnitteluprosessi yhdistää infrasuunnittelun ja -mallintamisen osaksi maankäytön suunnittelua (kuva 4.2.) ja mahdollistaa kaavahankkeen tietomallipohjaisen toteutuksen. Tämän vuoksi kaavahankkeen inframallinnus noudattaakin väyläsuunnittelun vaiheistusta ja perustuu väylämalliin, joka toimii pohjana myös muille hankkeen suunnittelu- ja tekniikkalajimalleille. Inframallintamisen laajuus, tarkkuus, käyttökohteet ja siitä saatavat hyödyt ovat hankekohtaisia ja vaihtelevat kaavavaiheesta toiseen. Myös mallintamisen taso voi vaihdella hankkeen aikana eri suunnittelu- ja tekniikkalajien välillä. [21, s. 4-5][70, s. 4][115, s. 8][119, s. 19-20]



Kuva 4.2. Infrasuunnittelu- ja inframallintaminen mahdollistavat kaavahankkeen tietomallipohjaisen suunnittelun, perustuu lähteisiin [48, s. 5][67, s. 4][115, s. 8].

Kaavahankkeen inframallintaminen voidaan periaatteessa aloittaa mistä kaavavaiheesta tahansa, mutta mallintamisesta saatavan suurimman hyödyn ja edun saamiseksi mallintaminen on suositeltavaa aloittaa jo maakuntakaavavaiheessa lähtötietomallin muodostamisella, jolloin lähtötietomalli kulkee kaavavaiheesta toiseen samalla päivittyen ja tarkentuen edellisessä vaiheessa syntyneillä suunnittelu- ja lähtötiedoilla. Optimitilanteessa yksi ja sama inframalli kulkee kaavavaiheesta toiseen täydentyen ja sisältäen aikaisempien vaiheiden tiedot digitaalisessa muodossa. [19][70, s. 5]

Inframallintamisen selkeyttämiseksi kaavahankkeen inframallit voidaan jaotella pienempiin osakokonaisuuksiin, osamalleihin, kaavavaiheen ja tekniikkalajin mukaan. Eri tekniikkalajien osamalleista sekä kaavahankkeen lähtötietomallista voidaan muodostaa erilaisia kolmiulotteisia yhdistelmä- ja esittelymalleja, jotka toimivat muun muassa maankäytön ja infrasuunnittelun yhteensovittamisen ja vuorovaikutuksen työvälineenä. Yleisissä inframallivaatimuksissa (2015) on annettu esimerkkejä inframallien jakamisesta osamalleihin. Ohjeiden mukaan inframallit voidaan jakaa osamalleihin esimerkiksi seuraavasti:

- väylämalli
- pohjarakennus
- vesien hallinta
- johdot ja laitteet

- väyläympäristö
- työnaikaiset rakenteet
- sillat
- muut taitorakenteet
- valaistus
- liikenteenohjaus
- tunnelit
- radan sähköistys
- radan turvalaitteet
- hallinnolliset rajat. [21, s. 7]

Osamalleja voidaan tarvittaessa jakaa kaavahankkeen ja -vaiheen sekä inframallintamisen tekniikkalajien laajuuden mukaan edelleen pienempiin osakokonaisuuksiin kuvan 4.3. esimerkin mukaisesti.



Kuva 4.3. Esimerkki kaavahankkeen tekniikkalajien osamallien jaottelusta [21, s. 7].

Koska tässä työssä käsitellään vain yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden inframallintamista maankäytön suunnittelussa, on kaavahankkeen inframallit jaoteltu yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden mukaan osamalleihin seuraavasti:

- väylämalli
- geotekniikka
- vesihuolto
- hulevesien hallinta
- massojen hallinta

Kaavahankkeen lähtötietojen mallintamisessa noudatetaan Yleisten inframallivaatimusten (2015) mukaista lähtötietomallin rakennetta sekä tietosisällön jaottelua.

Kaavahankkeen inframallintamisessa on olennaista, että eri kaavavaiheiden inframallit ovat tallennettuna sellaiseen formaattiin ja muotoon, että niiden tietosisältö on vietävissä esimerkiksi erilaisiin kaupunkimalleihin sekä maankäytön paikkatietopohjaisiin kaavamalleihin, joista eri kaavojen ajantasainen tietosisältö ja suunnitteluratkaisut ovat avoimesti kaikkien osapuolten saatavissa ja nähtävissä. Tämä parantaa merkittävästi kaavahankkeen tiedonhallintaa, tiedon saatavuutta ja jälleenkäyttöarvoa sekä yhteistyötä ja vuorovaikusta hankkeen osapuolten, kuten sidosryhmien ja osallisten kesken, mikä lisää suunnittelun läpinäkyvyyttä, tehostaa suunnitteluprosessia ja nopeuttaa sekä helpottaa kaavan hyväksymisprosessia parantaen samalla suunnittelun laatua.

Luvuissa 4.2.2-4.2.4 käsitellään tarkemmin kaava-alueen lähtötietojen ja yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden inframallintamista maakunta-, yleis- ja asemakaavavaiheissa sekä mallintamisesta saatavia hyötyjä maankäytön suunnittelun näkökulmasta.

4.2.2 Maakuntakaavoitus

Maakuntakaavoitusvaiheessa maankäytön suunnittelu ja siihen liittyvä yhdyskuntatekninen suunnittelu on hyvin yleispiirteistä ja koskee koko maakuntaa. Suunnittelussa selvitetään kaavahakkeen vaikutuksia, kustannuksia sekä erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja ja arvioidaan niiden tarpeellisuutta sekä toteutettavuutta maakunnan tai sen osa-alueen eri periaatteiden ja kehittämisen näkökulmasta. Maakuntakaavavaiheen selvitysten ja arvioiden tarve ja sisältö vaihtelevat kaava-alueen ja sen kohteiden mukaan. Tämän vuoksi maakuntakaavavaiheessa varsinaisen inframallintamisen ja sen hyödyntämisen osuus onkin vähäistä ja mallintaminen keskittyy lähinnä lähtötietomallin laatimiseen. [21, s. 12] [54][113, s. 27-28]

Lähtötietomalli

Maakuntakaavavaiheessa laaditut analyysit, selvitykset ja inventoinnit tallennetaan maakuntakaavavaiheen lähtötietomalliin, jolloin niiden tietosisältö siirtyy ja on hyödynnettävissä myös seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Koska maakuntakaavavaiheessa tuotettu aineisto on hyvin yleispiirteistä ja painottuu vahvasti erilaisiin alanyyseyhin ja monitasoiisiin selvityksiin, tulee niiden mallinnuksen tasosta ja laajuudesta sopia aina erikseen. Tavanomaisesti maakuntakaavavaiheessa mallinnetaan tai havainnollistetaan vain suunnittelun kannalta merkittävimmät kohteet ja lähtötiedot. [21, s. 12][113, s. 27-28]

Maakuntakaavavaiheen lähtötietomalli voi sisältää selvityksiä, inventointeja ja niistä koottuja tietoja muun muassa kaava-alueen kustannuksista, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön nykytilasta paikkatietomuodossa. Myös kirjallinen aineisto voidaan tallentaa lähtötietomalliin linkitettyä sijaintina tai aluerajauksena. Olennaista on, että kaikki paikkatietoon pohjautuvat aineistot talletetaan lähtötietomalliin etukäteen sovitussa koordinaatistossa, jolloin esimerkiksi paikkatietoon sidotut vaihtoehtovertailut ja suunnitelmat ovat myös hyödynnettävissä ja toimivat pohjana seuraavien suunnitteluvaiheiden suunnittelulle. [21, s. 12][113, s. 27-28]

Kuvassa 4.5. on esitetty kaavahankkeen lähtötietomallin ja sen osamallien keskeisin sisältö ja luovutusaineisto maakuntakaavavaiheessa.

LÄHTÖTIEOMALLIN SISÄLTÖ MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA	
<u>Maastomalliaineisto</u> ✓ Karkea maastomalli	<u>Formaatti *)</u> Inframodel
<u>Maaperämalliaineisto</u> ✓ Maa- ja kallioperäkartta ✓ Pohjatutkimukset	<u>Formaatti *)</u> 2D- tai 3D-DWG, Infra-pohjatutkimus-formaatti
<u>Rakenteet ja järjestelmät</u> ✓ Maakunnallisesti ja seudullisesti merkittävät johdot, laitteet sekä niihin liittyvät rakenteet ✓ Maakunnallisesti ja seudullisesti merkittävien liikenneväylien linjaukset ja alueet	<u>Formaatti *)</u> 2D- tai 3D-DWG
<u>Kartta- ja paikkatietoaineistot</u> ✓ Maakunnalliset ja seudulliset paikkatietoaineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet (seudulliset läjitys- ja maanottoalueet sekä erilaiset suoja-alueet ja vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa	<u>Formaatti *)</u> 2D- tai 3D-DWG, SHP, MapInfo
<u>Viiteaineistot</u> ✓ Hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset ja lupa-asiakirjat	<u>Formaatti *)</u> DWG, DOCX, XLSX, PDF
*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden natiiviformaatissa	

Kuva 4.5. Kaavahankkeen lähtötietomallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto maakuntatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 12][48, s. 7][113, s. 28, s. 56].

4.2.3 Yleiskaavoitus

Yleiskaavoitusvaiheessa tarkennetaan maakuntakaavavaiheen maankäytön ja yhdyskuntateknisen suunnittelun ratkaisuja kunnan tai kunnan tietyn osa-alueen suunnittelun osalta sekä täydennetään lähtötietomalli yleiskaavan suunnittelua vastaavalle tasolle.

Yleiskaavavaihe on niin hankkeen suunnittelun kuin osallistumisen sekä vuorovaikutuksen kannalta keskeinen suunnitteluvaihe, johon kuuluu olennaisena osana suunnitteluvaihtoehtojen ja -ratkaisuiden vertailu, ja jossa tehdään päätökset hankkeen päätöksistä ja -linjauksista. Tämän vuoksi yleiskaavavaiheen inframallintaminen painottuukin eri suunnitteluvaihtoehtojen mallintamiseen ja havainnollistamiseen. Suunnitteluvaihtoehtojen mallintamisen ja havainnollistamisen avulla parannetaan suunnitelmien sisällön ymmärrettävyyttä ja siten lisätään vuorovaikutusta hankkeen eri osapuolten ja sidosryhmien välillä. Vaihtoehtojen mallintamisella varmistetaan myös suunnitteluratkaisujen yhteensopivuus sekä mahdollistetaan kustannusten ja vaikutusten tarkempi arviointi. Yleiskaavavaiheen inframallintamisen tavoitteena onkin pyrkiä löytämään kaikkia osapuolia tyydyttävä ja kaavan kannalta paras sekä optimoitu kokonaisratkaisu. [113, s. 28-29]

Lähtötietomalli

Yleiskaavavaiheessa täydennetään ja tarkennetaan maakuntakaavavaiheen lähtötietomallia siten, että se vastaa yleiskaavavaiheen suunnittelutasoa ja tarpeita. Tavanomaisesti yleiskaavavaiheen lähtötiedot, etenkin maastomalli ja pohjatutkimukset, ovat hyvin yleispiirteisiä ja niitä tulee tarvittaessa tarkentaa sekä täydentää lisätutkimuksin ja selvityksin. [113, s. 28]

Maastomalliaineisto

Yleiskaavavaiheen suunnittelussa ja inframallintamisessa käytetään tarkkuudeltaan hyvin yleispiirteistä maastomallia, jonka raaka-aine eli lähtötieto perustuu yleensä Maanmittauslaitoksen tai kunnan laserkeilausaineistoon tai niistä tuotettuun korkeusmalliaineistoon, joita voidaan tarvittaessa täydentää erillisillä maastomittauksilla. Olennaista on, että laadittu maastomalli ja sen alkuperäinen lähtötieto sekä lähtötietoon tehty muokkaustoimenpiteet eli harmonisoinnit, kuten formaatti- ja koordinaattimuutokset, ovat tarkasti tiedossa ja kirjattuna lähtötietoluetteloon. [21, s. 14]

Maaperämalliaineisto

Etenkin uudisalueiden yleiskaavavaiheen aloitusvaiheessa on harvoin riittävästi pohjatutkimuksia, jotta erillisen maaperämallin laatiminen olisi mahdollista [21, s. 14]. Yleiskaavavaiheen yhteydessä selvitetäänkin kaavan yleispiirteisellä tarkkuudella muun muassa alueen maa- ja kallioperäolosuhteet, kuten maalajialueet, kerrosrajat, kalliopinta ja pohjaveden pinta sekä kartoitetaan kaava-alueen maaperäolosuhteiltaan vaikeat ja rakentamiseen huonosti soveltuvat alueet sekä geotekniset riskialueet. Aiemmin tehtyjen pohjatutkimusten, maaperäkartoitusten sekä maa- ja kallioperäkartojen avulla lisäpohjatutkimukset voidaan kohdentaa etenkin kaava-alueen rakentamisen sekä kaava- ja massatalouden kannalta kriittisille pehmeikkö- ja leikkausalueille. Yleispiirteisten pohjatutkimusten tavoitteena on ensisijaisesti selvittää kaava-alueen maa- ja kallioperäolosuhteet sillä tarkkuudella, että vaihtoehtoisten kaava- ja suunnitteluratkaisujen vertailu on mahdollista pohjaolosuhteiden ja niiden kustannusten näkökulmasta.

Yleiskaavavaiheessa selvitetään pehmeikköalueiden, kuten savikkojen ja turvealueiden syvyys sekä kantavan pohjan tai kalliopinnan sijainti. Leikkausalueilta selvitetään kalliopinnan sijainti ja mahdollisesti myös pohjatutkimusnäytteiden avulla määritetään maalajit ja niiden rajat. Isommat leikkausalueet voidaan kartoittaa kustannustehokkaasti esimerkiksi maatutkaluotauksilla, joiden avuksi ja tulkintojen varmistukseksi samalta alueelta tehdään yksittäisiä kairauksia. Koska maa- ja kallioperäolosuhteet vaihtelevat alueen ja hankkeen mukaan, tulee yleiskaavavaiheen maa- ja kallioperäolosuhteiden selvittämisen ja maaperämallin tarve sekä laajuus aina arvioida hanke- ja aluekohtaisesti yhdessä geoteknisen suunnittelijan kanssa [21, s. 14].

Kaava-alueella tehty pohjatutkimukset talletetaan yleisessä Infra-pohjatutkimusformaattissa lähtötietomalliin. Pohjatutkimusten ja avokallioesiintymien avulla voidaan kaava-alueen kriittisten pehmeikkö- ja leikkausalueiden maalajirajat sekä kalliopinta määrittää ja mallintaa muun suunnittelun pohjaksi. Kallionpinta sekä maakerrosten rajapinnoista muodostetut pintamallit tallennetaan Inframodel-muodossa osaksi yleiskaavan lähtötietomallia. [21, s. 14][113, s. 56]

Rakenteet ja järjestelmät

Alueen olemassa olevien rakenteiden ja järjestelmien mallintamiseksi tulee yleiskaavavaiheessa hankkia kaupungeilta, kunnilta ja muilta tahoilta johtojen sekä laitteiden omistajilta tiedot kaava-alueella sijaitsevista merkittävistä rakennuksista, rakenteista, johdoista ja laitteista, kuten esimerkiksi silloista, muuntamoista, pumppaamoista sekä suurista vesi-, viemäri, lämpö- ja sähkölinjoista. Saatua raaka-ainetta talletetaan lähtötietomalliin ja ne johdot, laitteet sekä rakenteet, joiden siirtämisestä tai purkamisesta aiheutuu merkittäviä kustannuksia tai niihin liittyy olennaisesti rakentamiseen vaikuttavia erityisheittoja, kuten turvaetäisyyksiä, tulee mallintaa saatujen lähtötietojen perusteella mahdollisimman tarkasti ja tallentaa lähtötietomalliin. [21, s. 14]

Kartta- ja paikkatietoaineisto (temaattiset aineistot)

Suuri osa yleiskaavavaiheen lähtötietomallin lähtötiedoista koostuu eri rekistereiden ja paikkatietojärjestelmien sekä erilaisten selvitysten sisältämistä kartta- ja paikkatietoaineistoista, joita ovat Yleisten inframallivaatimusten (2015) mukaan muun muassa:

- kartta-aineistot
- ilmakuvat
- kaava-aineistot
- ympäristöaineistot
- liikenneaineistot
- pilaantuneet maat
- kiinteistörajat ja maanomistustiedot
- rakennus- ja huoneistorekisterit
- toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet [21, s. 14][48, s. 7].

Viiteaineisto

Muut yleiskaavavaiheen suunnitteluun liittyvät lähtötiedot, kuten muun muassa laaditut suunnitelmat, selostukset, selvitykset, viranomaispäätökset ja -luvat tallennetaan lähtötietomallin viiteaineistoihin [21, s. 14][48, s. 7]. Kuvassa 4.6. on esitetty kaavahankkeen lähtötietomallin ja sen osamallien keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavavaiheessa.

LÄHTÖTETOMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA	
<u>Maastomalliaineisto</u> ✓ Yleispiirteinen maastomalli	<u>Formaatti *)</u> Inframodel
<u>Maaperämalliaineisto</u> ✓ Yleispiirteinen maaperämalli, joka sisältää kaava-alueen kriittisten pehmeikkö- ja leikkousalueiden: <ul style="list-style-type: none"> ▪ avokallio- ja kalliopintamallit ▪ maalajikerrosten pinnat ▪ pohjaveden pintamalli, mikäli sen korkeudesta on riittävästi tietoa ✓ Yleispiirteiset pohjatutkimukset	<u>Formaatti *)</u> Inframodel, 3D-DWG, Infra-pohjatutkimusformaatti
<u>Rakenteet ja järjestelmät</u> ✓ Kaava-alueella sijaitsevat merkittävät rakennukset, rakenteet, johdot ja laitteet, joiden siirtämisestä, purkamisesta aiheutuu merkittäviä kustannuksia tai joihin liittyy olennaisesti rakentamiseen liittyviä erityisehtoja	<u>Formaatti *)</u> Inframodel, IFC, 3D-DWG
<u>Kartta- ja paikkatietoaineistot</u> ✓ Paikkatietoaineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Kiinteistörajat, maanomistustiedot ✓ Pilaantuneiden maa-alueiden rajaukset ✓ Nykyinen liikenneverkko ja sitä koskevat tiedot ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet (tie-, katu- ja rata-alueen rajat, läjitys- ja maanottoalueet, suojat-alueet ja –vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa	<u>Formaatti *)</u> 2D- tai 3D-DWG, paikkatietoformaattit (SHP, MapInfo)
<u>Kartta- ja paikkatietoaineistot</u> ✓ Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset, lupa-asiakirjat, jne.	<u>Formaatti *)</u> DWG, DOCX, XLSX, PDF
*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden natiiviformaatissa	

Kuva 4.6. Kaavahankkeen lähtötietomallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 14][48, s. 7][113, s. 28, s. 56].

Inframallit

Yleiskaavavaiheen inframallit ovat tavanomaisesti niin sisällöltään kuin toteutukseltaan hyvin pelkistettyjä. Mallintaminen tulee kuitenkin toteuttaa sillä tarkkuudella, että voidaan varmistua eri suunnitteluvaihtoehtojen ja niiden sisältämien ratkaisujen vaikutuksista, teknisestä ja taloudellisesta sekä ympäristöllisestä toteutuskelpoisuudesta. [21, s. 15][113, s. 28-29]

Väylämalli

Yleiskaavavaiheen tien ja kadun suunnittelussa määritellään muun muassa kaava-alueen teiden ja katujen likimääräiset sijainnit, laatutasot, tilantarpeet ja vaikutukset sekä suhde ympäröivään maankäyttöön, liikenteeseen, tie- ja katuverkkoon, ihmisten elinoloihin sekä ympäristöön. [9][31, s. 42-43][84, s. 178-181][94, s. 3-5][106][115, s. 10]

Yleiskaavavaiheessa laadittavan väylämallin avulla pyritään ensisijaisesti tutkimaan väylien eri linjausvaihtoehtoja, tilatarvetta sekä ympäristöön sovittamista sekä väylien mas-sataloutta [21, s. 15]. Tien tai kadun sijainnin optimoimiseksi tulee yleiskaavavaiheessa yleensä mallintaa useita eri linjausvaihtoehtoja, joita vertailemalla, arvioimalla sekä tarkentamalla päästään yleensä viimeisteltyyn suunnitelmavaihtoehtoon ja parhaaseen lopputulokseen kunkin väylän osalta. Väyläpohjainen inframallintaminen mahdollistaa yleiskaavavaiheessa eri vaihtoehtojen ”tarkemman, alustaviin massoihin perustuvan väylärakenteiden kustannusarvioinnin, realistisen tilantarpeen määrittelyn sekä kustannuksiin oleellisesti vaikuttavien rakenteiden ja laitteistojen luotettavan huomioimisen.” [21, s. 13]

Linjausvaihtoehtojen vertailun helpottamiseksi ja tehostamiseksi yleiskaavavaiheen väylämallit tulee laatia riittävän yleispiirteisinä. Tämän vuoksi väylien poikkileikkauksen muutoksia tai niiden erilaisia variaatioita ei yleiskaavavaiheessa mallinneta, mikäli ne eivät vaikuta merkittävästi väylien tie- ja katualueen tilantarpeeseen tai kustannuksiin. Lisäksi väylän rakennekerroksia ei mallinneta erikseen, vaan rakennepaksuus on sama koko linjaosuudella pohjamaasta ja sen luokasta riippumatta. Yleiskaavavaiheen väylämalli tulee laatia siten, että sen avulla voidaan esittää kaavan yleispiirteisellä tasolla kaikkien kaava-alueen väylien geometriat, pintarakenteet ja tarvittaessa päällyste, väyliin liittyvät meluvallit sekä merkittävät maastonmuotoilut, ojat, luiskaukset, täytöt, penkereet, maa- ja kallioleikkaukset. [21, s. 15][113, s. 29]

Kaava-alueen väylien vaihtoehtoisten ja lopullisten linjausten sekä niiden mallien lisäksi yleiskaavavaiheen väylämallissa tulee esittää väylien olennaisimmat pinnat, kuten ylin ja alin yhdistelmäpinta, meluvallit sekä merkittävät maastonmuotoilut pintamalleina. Lisäksi erikseen sovittaessa ja tarvittaessa voidaan myös väylien päällystekerroksen alapinta mallintaa kustannusten arvioinnin ja vaihtoehtojen vertailun helpottamiseksi. [21, s. 16-17][113, s. 57]

Kuvassa 4.7. on esitetty väylämallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavavaiheessa.

VÄYLÄMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA

Kaava-alueen kaikkien väylien osalta esitettävä:

- ✓ Vaaka- ja pystygeometriat (Inframodel)
- ✓ Ylin yhdistelmäpinta (Inframodel)
- ✓ Alin yhdistelmäpinta (Inframodel)
- ✓ Meluvallit ja merkittävät maastonmuotoilut (Inframodel)
- ✓ Vaihtoehtoisten ja lopullisten linjausten mallit (Inframodel)

Lisäksi yleiskaavavaiheen inframalli sisältää tarvittaessa:

- ✓ Ajouradan reuna- ja reunakivilinjat (Inframodel)
- ✓ Päälystekerroksen alapinnan (Inframodel)

Kuva 4.6. Väylämallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 16-17][113, s. 57].

Geotekniikka

Yleiskaavavaiheen geoteknisen suunnittelun yhteydessä selvitetään muun muassa teiden, katujen ja muiden väylien sekä teknisen huollon verkostojen perustamis- ja pohjavahvistustoimenpiteet [43, s. 18-19].

Yleiskaavavaiheessa tehdyt yleispiirteiset pohjatutkimukset sekä niiden perusteella laadittu maaperämalli mahdollistaa yleiskaavan eri alueiden tarkemman, maa- ja kallioperäolosuhteisiin perustuvan suunnittelun ja kustannusten sekä vaikutusten arvioinnin. Koska kaava-alueen väylien, teknisen huollon verkostojen sekä muiden geoteknistä suunnittelua vaativien rakenteiden ja laitteiden perustamis- sekä pohjavahvistustoimenpiteiden tarve ja laajuus vaihtelevat alueen ja hankkeen mukaan, tulee myös niiden mallintamisen tarve, tarkkuus ja laajuus aina arvioida ja sopia kaavahankekohtaisesti [21, s. 17].

Yleiskaavavaiheessa mallinnetaan yleensä vain merkittävimmät perustus- ja pohjavahvistustoimenpiteet, kuten laaja-alaiset massanvaihdot, paalukentät ja -laatat sekä stabilointikentät, jotka tallennetaan inframalliin ominaisuustietoja sisältävinä yksittäisinä alueina tai avaruuskappaleina. Objektien ominaistiedoista selviää tarkemmin toimenpiteen tyyppi, määrä ja laajuus sekä muut olennaiset tiedot. [21, s. 17][113, s. 57]

Kuvassa 4.8. on esitetty geotekniikan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavavaiheessa.

GEOTEKNIIKAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA

✓ Merkittävät perustus- ja pohjanvahvistustoimenpiteet, kuten

- laaja-alaiset massanvaihdot (3D-DWG)
- paalukentät- ja laatat (3D-DWG)
- stabilointikentät (3D-DWG)

Kuva 4.6. Geotekniikan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [113, s. 57].

Vesihuolto

Yleiskaavavaiheen vesihuoltosuunnitelmassa selvitetään muun muassa kaava-alueen vesihuollon lähtötilanne, tulevan vedenkäytön ja viemäriveriesien ennusteet, alueen raakavesilähteet, vesivarat, purkuvesistöt ja purkupaikat, vesi- ja viemärilaitosten sekä vesisäiliöiden tarvitsemat tilavaraukset sekä määritetään koko kunnan vesihuollon ratkaisuperiaatteet ja suunnitellaan kaava-alueen vesihuoltojärjestelmä alustavalla tasolla [96, s. 55-57].

Väylämallin tavoin inframallintamista voidaan hyödyntää yleiskaavavaiheessa muun muassa vesihuollon johto- ja putkilinjojen sekä laitteiden sijoittamiseen soveltuvien alueiden kartoittamisessa, linjausvaihtoehtojen vertailussa, optimoinnissa sekä niiden ympäristöön sovittamisessa ja tilantarpeen, kustannusten ja massatalouden arvioinnissa. Yleiskaavovaiheen vesihuollon inframallintamisesta tulee aina sopia hankekohtaisesti, mitkä johdot, putkilinjat sekä laitteet on olennaista mallintaa suunnittelun kannalta [21, s. 17]. Lähtökohtaisesti yleiskaavavaiheessa mallinnetaan kaikki kustannusten kannalta merkittävät johdot, putket sekä laitteet ja olemassa olevien vesi- ja viemärilinjojen pää- ja runkolinjat sekä niihin liittyvien laitteiden ja varusteiden siirrot [21, s. 17][113, s. 58].

Yleiskaavan vesihuollon malliaineisto muodostuu mallinnettavista johto- ja putkilinjoista riippuen joko kaksiulotteisista taiteviivoista tai kolmioverkosta, mutta suunnitteluratkaisujen vertailun, optimoinnin, havainnollistamisen sekä yhteensovittamisen ja törmäystarkastelujen helpottamiseksi mallinnusaineisto laaditaan useimmiten kolmiulotteisena jo yleiskaavavaiheessa [21, s. 17][113, s. 58]. Kuvassa 4.9. on esitetty vesihuollon osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavavaiheessa.

VESIHUOLLON INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA

✓ Kustannusten kannalta merkittävät vesi- ja viemäriverkoston pää- ja runkolinjat sekä niiden siirrot (3D-DWG)

Kuva 4.9. Vesihuollon osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 17][113, s. 58].

Hulevesien hallinta

Yleiskaavavaiheen hulevesien hallinnan suunnittelun yhteydessä selvitetään kaava-alueen tulva- ja ylivuotoreitit, valuma-alueet ja reitit sekä niihin liittyvät vesistöt ja pohjavesien muodostumisalueet. Yleiskaavoituksen yhteydessä tulee myös määrittää kaava-alueen hulevesien hallinnan yleiset periaatteet ja valuma-aluekohtaiset hallintamenetelmät sekä niiden aluevaraukset. [12, s. 76-78][65, s. 3-4]

Hulevesien hallinnan yleiskaavavaiheen malliaineisto on usein hyvin pelkistettyä, koska malliin sisällytetään vain ne asiat, jotka ovat olennaisia kaavahankkeen ja sen suunnitteluratkaisujen vertailun, optimoinnin, vaikutusten arvioinnin, vuorovaikutuksen ja havainnollistamisen kannalta [21, s. 17]. Tämän vuoksi yleiskaavavaiheessa osamallissa esitetään vain kaava-alueen valuma-alueet ja -reitit, tulva- ja ylivuotoreitit sekä hulevesien hallinnan ja kuivatuksen periaatteet, kuten eri alueellisten hallintamenetelmien vaatimat aluevaraukset ja hulevesijärjestelmän merkittävimmät runkolinjat, kaivot sekä laitteet pelkistettyinä kaksiulotteisena verkostomallina. Suunnitteluratkaisujen vertailun, optimoinnin, havainnollistamisen ja yhteensovittamisen sekä törmäystarkastelujen helpottamiseksi hulevesijärjestelmän verkostomalli voidaan tehdä myös kolmiulotteisena jo yleiskaavavaiheessa. [21, s. 17][113, s. 58]

Mikäli kaavahankkeessa tehdään pohjaveden pinnan tason ja pohjavesialueiden selvittämisen lisäksi niiden suojeluun liittyviä suunnitelmia tai toimenpiteitä, tulee malliin sisällyttää muun muassa suojattavat alueet, suojausrakenteet ja aluerajauksen ominaisuustietona suojauksen tyyppi [21, s. 17][113, s. 58]. Kuvassa 4.10. on esitetty hulevesien hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavavaiheessa.

HULEVESIEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Kaava-alueen hulevesien valuma-alueet ja -reitit (3D-DWG)
- ✓ Kaava-alueen tulva- ja ylivuotoreitit (3D-DWG)
- ✓ Hulevesijärjestelmän merkittävimmät osat (2D-DWG tai Inframodel)
- ✓ Alueellisten hallintamenetelmien aluevaraukset (3D-DWG)
- ✓ Suojattavat pohjavesialueet, suojausrakenteet ja niiden aluerajaukset (Inframodel)

Kuva 4.10. Hulevesien hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 17][113, s. 58].

Massojen hallinta

Yleiskaavavaiheen massojen hallinnan suunnittelu keskittyy kunnan nykyisten ylijäämämaiden sijoituspaikkojen sekä maa-ainesottoalueiden nykytilan arviontiin sekä uusien käsittely- ja varastointialueiden sekä maa-ainesottoalueiden tarpeellisuuden arviointiin [43, s. 78][111, s. 13].

Inframallintamista voidaan hyödyntää yleiskaavavaiheessa ylijäämämassojen käsittely-, varastointi- ja maa-ainesottoalueiden kartoittamisessa ja vertailussa. Inframallintaminen mahdollistaa aluevarausvaihtoehtojen soveltuvuuden ja vaikutusten paremman arvioinnin, mikä helpottaa vaihtoehtojen vertailua sekä päätöksen tekoa. Etenkin alueelliset maanpinnan korkeusvaihtelut, maa- ja kallioperäolosuhteet sekä ympäristö- ja luonnonarvot voidaan ottaa perinteisiä suunnittelutapoja paremmin huomioon alueiden soveltuvuutta ja vaikutuksia arvioitaessa, mikä auttaa löytämään kokonaisuuden kannalta parhaimman vaihtoehdon.

Massojen hallinnan yleiskaavavaiheen osamallissa esitetään kaava-alueen uusien käsittely- ja varastointialueiden sekä maa-ainesottoalueiden osalta karkeat aluevaraukset, jotka tallennetaan malliin ominaisuustietoja sisältävinä alue- tai pintaobjekteina. Ominaisuustietoihin voidaan lisätä tarkennuksia ja tietoja esimerkiksi alueen lopullisesta käyttötarkoituksesta, vaikutuksista sekä jatkosuunnittelussa huomioitavista asioista. Kuvassa 4.11. on esitetty massojen hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavavaiheessa.

MASSOJEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Kaava-alueen uusien käsittely- ja varastointialueiden sekä maa-ainesottoalueiden karkeat aluevaraukset (3D-DWG)

Kuva 4.11. Massojen hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto yleiskaavatasolla

4.2.4 Asemakaavoitus

Asemakaavoitusvaiheessa tarkennetaan maankäytön ja yhdyskuntateknisen suunnittelun aiemmin tehtyjä ratkaisuja asemakaavoitettavan alueen osalta sekä täydennetään kaavahankkeen aiemmissa vaiheissa laadittua lähtötietomallia siten, että se on ajan tasalla rakennussuunnitteluvaiheen alkaessa.

Asemakaava-alueella tarkoitetaan kunnan osa-aluetta tai sen osaa, yksittäistä korttelia tai jopa tonttia [2]. Tämän vuoksi asemakaavavaiheen inframallintamisen laajuus sekä tarkkuus voi vaihdella merkittävästi eri asemakaavahankkeiden välillä ja hankkeen tietomallintaminen tulee sopia aina hankekohtaisesti erikseen. Tässä työssä asemakaavoitusvaiheen inframallintamista käsitellään kunnan kokonaisen uudisalueen asemakaavoituksen näkökulmasta. Asemakaavavaiheeseen siirryttäessä kaavahankkeen suunnittelu muuttuu selvästi aiempia vaiheita yksityiskohtaisemmaksi. Suunnittelu keskittyy suunnitteluvaihtoehtojen vertailujen sijaan enemmän teknisten yksityiskohtien, kuten tontti- ja kortteli-alueiden, rakennusten, rakenteiden ja laitteiden tarkan sijainnin, tilavarausten, korkeus-asemien ja mitoitusmäärittämiseen sekä rakennettavuuden ja toteutukseen liittyvien tekijöiden selvittämiseen [21, s. 20][70, s. 15][113, s. 30].

Koska kaavasuunnitteluprosessin jälkeisellä rakennussuunnitteluvaiheella on vain vähäinen vaikutus asemakaavassa esitettyihin ratkaisuihin ja alueen kokonaiskustannuksiin, tulee asemakaavavaiheen inframallintaminen toteuttaa riittävän yksityiskohtaisella tarkkuudella, jotta voidaan varmistua asemakaavan ja sen sisältämien suunnitteluratkaisujen vaikutuksista, kustannuksista, yhteensopivuudesta, toteutuskelpoisuudesta sekä alue- ja tilavarausten riittävydestä. Asemakaavavaiheen inframallintamisen ensisijaisena tavoitteena on, että laadittu asemakaava olisi kokonaisuutena taloudellinen, toimiva, tarkoitukseen soveltuva sekä sille asetettujen tavoitteiden mukainen. [43, s. 28, s. 30][113, s. 30]

Lähtötietomalli

Yleiskaavavaiheessa laadittu lähtötietomalli toimii pohjana asemakaavavaiheen lähtötietomallille. Olennaista on päivittää kaikki muuttuneet tiedot, kuten erilaiset rekisteri-, kaava-, johto- ja laitetiedot sekä viedä ne asemakaavan suunnittelun kannalta oleellisilta osin lähtötietomalliin. Lisäksi kaava-alueen nykytilaa koskevat mahdolliset selvitykset tulee viedä lähtötietomalliin. [21, s. 21]

Maastomalliaineisto

Asemakaavavaiheessa suunnittelun ja inframallintamisen muuttuessa selvästi yleiskaavavaihetta yksityiskohtaisemmaksi tulee myös kaavahankkeessa käytettävä maastomalli päivittää vastaamaan kaavan suunnittelutarkkuutta, jotta kaavan suunnitteluratkaisut voidaan toteuttaa riittävän yksityiskohtaisesti. Yleiskaavavaiheen maastomallia täydennetäänkin suunniteltavien kohteiden osalta maastotutkimuksin ja lisämittauksin [21, s. 21].

Koska asemakaavavaiheen maastomalliaineistoa käytetään myös rakennussuunnitteluvaiheessa, tulee maastomallin tarkkuuden vastata toteutusvaiheen suunnittelua. Asemakaavavaiheen maastomalli voi koostua useammasta erillisestä ja eri tarkkuuden mittausaineistosta tai niiden yhdistelmästä. Olennaista on, että suunnittelussa, mallinnuksessa sekä massalaskennoissa käytettävä maastomalli on yhtenäinen eri mittausaineistojen välillä eikä niiden rajakohdissa ole epäjatkuvuuskohtia. On myös tärkeää, että tehtyjen mitausten perusta (kiintopisteverkko, mittauksen lähtöpisteet) tallennetaan lähtötietoaineistoon ja ne ovat siten hyödynnettävissä myös seuraavien vaiheiden mittauksia tehtäessä. [21, s. 21]

Maaperämalliaineisto

Asemakaavavaiheessa laadittava maaperämalli perustuu aiemmissa vaiheissa tehtyihin pohjatutkimuksiin, joita täydennetään tarvittaessa lisäpohjatutkimuksilla asemakaavoitettavan alueen olosuhteiden tai suunnittelun niin vaatiessa. Lisäpohjatutkimuksilla varmistetaan, että asemakaavavaiheen maaperämalli on riittävän tarkka ja kattava suunnittelun sekä mallintamisen kannalta olennaisilta alueilta. Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella asemakaava-alueelle voidaan laatia maaperämalli, joka sisältää muun muassa pohjanvahvistuskohteiden maalajirajat ja -kerrokset, kalliopinnan sekä pohjaveden pinnan mallinnettuina [21, s. 21].

Maaperämallin tulee palvella aina jotain käyttötarkoitusta, jolloin sen sisältö, laajuus ja tarve tulee miettiä etukäteen. Esimerkiksi jos kaava-alueen pohjatutkimusten määrä ja laajuus ei tue kalliopinnan mallintamista koko kaava-alueelta, tulee kalliopintamalli toteuttaa vain rajattuna. Kalliopintamallista tulee lisäksi selvästi erottaa tehtyjen avokalliohavaintojen, varmennettujen kalliohavaintojen sekä epävarmoihin tietoihin perustuvien kalliohavaintojen tutkimuspisteet. Maaperämallin tarkkuus ja sen laadinnassa käytetyt määrittäysperusteet tulee esittää lähtötietomallin yhteydessä luovutettavassa malliselostuksessa. [21, s. 21-22]

Koska asemakaavavaiheessa tehtävien lisäpohjatutkimusten tarve ja määrä vaihtelee aiemmissa vaiheissa tehtyjen tutkimusten sekä alueellisten pohjaolosuhteiden mukaan, tulee asemakaavavaiheen maa- ja kallioperäolosuhteiden tarkempi selvittäminen aina sopia ja arvioida kaavahankekohtaisesti yhdessä geoteknisen suunnittelijan kanssa. Asemakaavavaiheessa tehdyt pohjatutkimukset tulee tallentaa Infra-pohjatutkimusformaattissa lähtötietomalliin [21, s. 22]. Kallion ja pohjaveden pinta sekä maakerrosten rajapinnoista muodostetut kolmioverkot tallennetaan Inframodel-muodossa myös osaksi lähtötietomallia. Lisäksi maaperämalliin tulee mallintaa kaikki olemassa olevat pohjanvahvistukset, jos se on mahdollista niistä saatavissa olevien lähtötietojen osalta. Pohjanvahvistukset tallennetaan ominaisuustietoja sisältävinä kolmiulotteisina kappaleina tai objekteina lähtötietomalliin. [21, s. 21-22][113, s. 56]

Rakenteet ja järjestelmät

Asemakaavavaiheen suunnittelussa tulee olla mahdollisimman tarkat ja kattavat tiedot suunniteltavan alueen rakennuksista, rakenteista, johdoista ja laitteista. Koska yleiskaavavaiheen lähtötietomalli sisältää tiedot vain alueen merkittävimmistä rakenteista ja järjestelmistä, tulee asemakaavavaiheessa lähtötietomalliin tallentaa myös muut olemassa olevat rakenteet ja järjestelmät [21, s. 22].

Kartta- ja paikkatietoaineisto (temaattiset aineistot)

Rakenteiden ja järjestelmien tavoin yleiskaavavaiheessa kerätty kartta- ja paikkatietoaineisto päivitetään korvaamalla mahdollisesti muuttuneet tiedot ajantasaisilla ja täydennetään mahdollisilla uusilla tiedoilla asemakaavavaihetta ja tarkkuuttaa vastaavaksi [21, s. 22].

Viiteaineisto

Asemakaavavaiheen lähtötietomallin viiteaineistot perustuvat yleiskaavavaiheessa päivitettyihin aineistoihin. Aineiston ajantasaisuus tulee tarkistaa ja tarvittaessa päivittää sekä tarkentaa asemakaavavaihetta vastaavalle tasolle [21, s. 22].

Kuvassa 4.12. on esitetty kaavahankkeen lähtötietomallin ja sen osamallien keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

LÄHTÖTIEOMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA	
<u>Maastomalliaineisto</u>	<u>Formaatti *)</u>
✓ Maastomalli	Inframodel
<u>Maaperämalliaineisto</u>	<u>Formaatti *)</u>
✓ Maaperämalli	Inframodel, 3D-DWG,
▪ avokallio- ja kalliopintamalli	Infra-
▪ pohjanvahvistuskohteiden maalajikerrasten pinnat	pohjatutkimus-
▪ pohjaveden pintamalli, mikäli sen korkeudesta on riittävästi tietoa	formaatti
▪ olemassa olevat pohjanvahvistukset, mikäli niistä on riittävästi tietoa	
✓ Pohjatutkimukset	
<u>Rakenteet ja järjestelmät</u>	<u>Formaatti *)</u>
✓ Nykyiset rakennukset ja rakenteet	Inframodel,
✓ Olemassa olevat johdot ja laitteet	IFC, 3D-DWG
✓ Nykyiset sillat ja muut taitorakenteet	
✓ Väylä- ja ratarakenteet sekä niiden geometriat	
✓ Nykyinen valaistus ja liikenteenohjaus	
<u>Kartta- ja paikkatietoaineistot</u>	<u>Formaatti *)</u>
✓ Paikkatietoaineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.)	2D- tai 3D- DWG,
✓ Nykyinen liikenneverkko ja sitä koskevat tiedot	paikkatietofo-
✓ Pilaantuneiden maa-alueiden rajaukset	maatit (SHP,
✓ Kiinteistörajat, maanomistustiedot	MapInfo)
✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet (tie-, katu- ja rata-alueen rajat, läjitys- ja maanottoalueet, suojal- alueet ja –vyöhykkeet jne.)	
✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa	
<u>Kortta- ja paikkatietoaineistot</u>	<u>Formaatti *)</u>
✓ Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset, lupa-asiakirjat, jne.	DWG, DOCX, XLSX, PDF

*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden natiiviformaatissa

Kuva 4.12. Kaavahankkeen lähtötietomallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asema-
kaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 21-22][48, s. 7][113, s. 30, s. 56].

Inframallit

Jotta asemakaava olisi kokonaisuutena taloudellinen, toimiva, tarkoitukseen soveltuva sekä sille asetettujen tavoitteiden mukainen, tulee asemakaavavaiheen inframallit toteuttaa riittävän tarkkoina ja selvästi aiempia vaiheita yksityiskohtaisempina. Näin voidaan varmistua asemakaavan ja sen sisältämien suunnitteluratkaisujen vaikutuksista, kustannuksista, yhteensopivuudesta, toteutuskelpoisuudesta sekä alue- ja tilavarausten riittävydestä [21, s. 22][113, s. 30].

Väylämalli

Asemakaavavaiheen tien ja kadun suunnittelussa määritetään muun muassa kaava-alueen teiden ja katujen tarkat sijainnit, tilantarve, tie- ja katualue, tie-, katu- ja liikennetekniset periaatteet sekä muut yksityiskohtaiset ratkaisut sekä selvitetään niiden vaikutukset ympäröivään maankäyttöön ja ympäristöön sekä laaditaan kustannusarvio [56][115, s. 10].

Kaava-alueen väylät ja niiden suunnitteluratkaisut tulee mallintaa asemakaavavaiheessa tie- ja katusuunnittelun tarkkuusvaatimusten mukaisesti, ja niin tarkasti, että suunniteltavat väylät voidaan mallintamisen ja havainnollistamisen avulla yhteensovittaa ympäröivään maankäyttöön sekä ympäristöön mahdollisimman onnistuneesti. Riittävän yksityiskohtainen ja tarkan väylämallin avulla voidaan myös varmistua asemakaavassa esitettävien väylien vaikutuksista, kustannuksista, toteutettavuudesta sekä niille varattujen tie- ja katualueiden riittävydestä. [21, s. 20, s. 22, s. 24][113, s. 30]

Asemakaavavaiheessa väylämalliin tulee mallintaa muun muassa kaikkien kaava-alueen väylien geometriat, ylimmät ja alimmat yhdistelmäpinnat sekä pintojen taiteviivat, pintamaan poistopinta sekä vain merkittävimpien väylien rakennekerrosten pinnat [21, s. 23][113, s. 57]. Kuvassa 4.13. on esitetty väylämallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

VÄYLÄMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA

Kaava-alueen kaikkien väylien osalta esitettävä:

- ✓ Kaikki geometrialinjat (Inframodel)
- ✓ Ylin yhdistelmäpinta (Inframodel)
- ✓ Alin yhdistelmäpinta (Inframodel)
- ✓ Meluvallit ja maastonmuotoilut (Inframodel)
- ✓ Pintamaanpoistopinta (Inframodel)

Lisäksi merkittävempien väylien osalta esitettävä:

- ✓ Päälystekerroksen alapinta (Inframodel)
- ✓ Rakennekerrosten pinnat (Inframodel)

Kuva 4.13. Väylämallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 23-24][113, s. 57].

Geotekniikka

Asemakaavavaiheen geoteknisessä suunnittelussa keskitytään maa- ja pohjarakennusteknisten riskien ja haittavaikutusten määrittämiseen sekä niiden minimointiin kaava-alueen kortteleiden, rakennusten ja rakenteiden sijoittelua sekä korkeustasoa optimoimalla sekä täydennetään yleiskaavavaiheessa tehtyjä geoteknisiä suunnitelmia sekä niissä esitettyjä ratkaisuja. Asemakaavavaiheen suunnittelun yhteydessä selvitetään myös muun muassa asemakaavan alueelliset pohjanvahvistustarpeet, rakennusten ja rakenteiden pohjanrakennusvaihtoehdot sekä niiden kustannukset. [43, s. 19-20]

Koska asemakaavan mallintamisen tasoon vaikuttaa olennaisesti kaavavaiheen maaperä- ja lähtötietomallin tarkkuus ja laajuus, tulee asemakaavavaiheessa tehdä riittävästi tarkentavia pohjatutkimuksia, jotta kaikki kaava-alueen pohjavahvistustoimenpiteet sekä pohjarakennusvaihtoehdot voidaan mallintaa asemaakaavavaiheessa niin tarkasti, että niiden suunnittelu, tarkastelu, optimointi sekä kustannusten määrittäminen onnistuu mallipohjaisesti [21, s. 25]. Inframallintaminen mahdollistaakin asemakaava-alueen kortteleiden, rakennusten ja rakenteiden sijoittelun sekä korkeustasojen optimoinnin, toteutuskelpoisuuden, maa- ja kallioperästä aiheutuvien vaikutusten ja kustannusten paremman arvioinnin kuin perinteiset suunnittelumenetelmät.

Asemakaavavaiheen geotekniikan osamalliin tulee mallintaa kolmiulotteisina pintoina kaikki merkittävät massanvaihdot, yli- ja vastapenkereet, kevennysrakenteet, syvä- ja massastabilointien sekä paalulaattojen tavoitetasot. Kaava-alueen paalulaatat, tukiseinärakenteet ja tukielementit mallinnetaan kolmiulotteisina kappaleina ja paalulaattojen paalut ja paalukentät, stabilointikentät, massastabiloinnit ja syvätiivistykset mallinnetaan kaksi- tai kolmiulotteisina aluerajauksina. [21, s. 25] Kuvassa 4.14. on esitetty geotekniikan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

GEOTEKNIIKAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Merkittävät massanvaihdot (3D-DWG)
- ✓ Yli- ja vastapenkereet (3D-DWG)
- ✓ Kevennysrakenteet (3D-DWG)
- ✓ Syvä- ja massastabilointien sekä paalulaattojen tavoitetasot (3D-DWG)
- ✓ Paalulaatat (3D-DWG)
- ✓ Tukiseinärakenteet ja -elementit (3D-DWG)
- ✓ Paalulaattojen paalut ja paalukentät (2D- tai 3D-DWG)
- ✓ Stabilointikentät (2D- tai 3D-DWG)
- ✓ Massastabiloinnit (2D- tai 3D-DWG)
- ✓ Syvätiivistykset (2D- tai 3D-DWG)

Kuva 4.14. Geotekniikan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavatasolla, perustuu lähteeseen [21, s. 25].

Vesihuolto

Asemakaavavaiheen vesihuoltosuunnitelman yhteydessä viimeistellään kaava-alueen mitoitukset tontti- ja korttelikohtaisesti sekä selvitetään eri mitoitusvaihtoehtojen vaikutukset, olemassa olevien rakenteiden sijainti, kunto ja kapasiteetti sekä suunnitellaan vesihuoltoverkostot tonttikohtaisesti rakennuskustannusten minimoimiseksi. Asemakaavavaiheessa selvitetään myös vesihuoltoverkostojen ja niiden rakenteiden rakentamisjärjestys sekä sovitetaan se muun kaava-alueen rakentamisen kanssa yhteen ja laaditaan kustannusarvio. [96, s. 57-58]

Asemakaavavaiheen yhteydessä mallinnetaan kaikki kaava-alueen vesi- ja viemäriinjat kaivoineen sekä kaikki uudet ja olemassa olevat johdot, kaapelit ja laitteet, jotka joudutaan siirtämään, suojaamaan tai joiden sijainti sekä korkeusasema on oleellista mallintaa törmäystarkastelujen tai tilavarausten kannalta [21, s. 27-28]. Vesihuollon mallinnustarkuus tulee toteuttaa siten, että vesi- ja jätevesiviemäriinjojen kustannuksista, toteutavuudesta, tila- ja aluevarauksista sekä vaikutuksista ympäröivään maankäyttöön, ympäristöön sekä muuhun suunnitteluun voidaan varmistua riittävällä tarkkuudella.

Asemakaavavaiheen vesihuollon osamalliin tulee mallintaa vesi- ja jätevesiviemäri, kaivot sekä niiden suunnitteluun vaikuttavat uudet ja olemassa olevat kaukolämpö- ja maakaasulinjat verkostomalleina. Muut vesihuollon suunnitteluun vaikuttavat, siirrettävät tai suojattavat uudet ja olemassa olevat johdot mallinetaan osamalliin taiteviivoina ja merkittävät rakenteet, kuten esimerkiksi kaapelikaivot, muuntamot ja pumppaamot kolmiulotteisina kappaleina. [21, s. 27-28] Kuvassa 4.15. on esitetty vesihuollon osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

VESIHUOLLON INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Vesi- ja jätevesiviemärit kaivoineen (Inframodel)
- ✓ Uudet ja olemassa olevat kaukolämpö- ja maakaasujohdot (Inframodel)
- ✓ Siirrettävät tai suojattavat uudet ja olemassa olevat ilmajohdot ja maakaapelit (3D-DWG)
- ✓ Kaikki vesihuollon suunnitteluun vaikuttavat merkittävät rakenteet, kuten kaapelikaivot, muuntamot ja pumppaamot (3D-DWG)

Kuva 4.15. Vesihuollon osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavatasolla, perustuu lähteeseen [21, s. 27-28].

Hulevesien hallinta

Asemakaavavaiheen hulevesien hallinnan ja hulevesisuunnittelun yhteydessä määritetään muun muassa kaava-alueen hulevesien hallintamenetelmät ja toimenpiteet, hulevesijärjestelmien ja hallintamenetelmien sijainnit sekä aluevaraukset. Asemakaavavaiheessa suunnitellaan ja mitoitetaan myös hallintamenetelmien rakenteelliset ratkaisut, tehdään kaava-alueelle valuma-aluelähtöinen tulvareittitarkastelu- ja suunnittelu sekä laaditaan tulvareiteistä erillinen kartta. [12, s. 18-19, s. 22, s. 24, s. 77-79][65, s. 4]

Asemakaavavaiheen yhteydessä mallinnetaan kaava-alueen hulevesijärjestelmien osat sekä muut hulevesien hallintamenetelmät, jotta niiden toimivuudesta ja toteutettavuudesta voidaan varmistua sekä niiden tila- ja aluevaraukset, määrät sekä kustannukset saadaan määritettyä. Hulevesien hallinnan yhteydessä tehtävän tulvareittitarkastelun, -kartan sekä -suunnittelun pohjaksi tulee asemakaavavaiheessa myös mallintaa alueen valuma-alueet sekä valumareitit. Asemakaavavaiheen osamallissa esitetään hulevesijärjestelmän viemärit, rummut sekä kaivot verkostomalleina ja mahdolliset pumppaamot kolmiulotteisina objekteina. Muiden hulevesien hallintamenetelmien, kuten esimerkiksi selkeytys- ja viivytysaltaiden sekä laskuojien tilavaraukset esitetään pintamalleina. Osamallin tulee myös sisältää laskuojien geometriat ja valuma-alueiden rajat sekä valumareitit, jotka tallennetaan malliin ominaisuustietoja sisältävinä alue- tai pintaobjekteina. [21, s. 26-27] [113, s. 58]

Mikäli kaavahankkeessa tehdään pohjavesien suojeluun liittyvää suunnittelua, tulee yleiskaavavaiheessa esitettyjä ja mallinnettuja suojausrakenteita täydentää, koska asemakaavavaiheen tarkentavien pohjatutkimusten myötä myös alueen pohjavedensuojaustarpeet voivat tarkentua ja siten muuttua. Asemakaavavaiheessa tulee suojattavat alueet, suojausrakenteet ja niiden aluerajaukset tarkentaa ja mallintaa ominaisuustietoa sisältävinä pintamalleina. Pintamallin ominaisuustiedoista selviää suojauksen periaate ja tyyppi. [21, s. 27] Kuvassa 4.16. on esitetty hulevesien hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

HULEVESIEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ *Hulevesijärjestelmän viemärit, rummut sekä kaivot (Inframodel)*
- ✓ *Hulevesien hallintamenetelmien, kuten esimerkiksi selkeytys- ja viivytysaltaiden sekä laskuojien tila- ja aluevaraukset (Inframodel)*
- ✓ *Suojattavat pohjavesialueet, suojausrakenteet ja niiden aluerajaukset (Inframodel)*
- ✓ *Hulevesijärjestelmän pumppaamot (3D-DWG)*
- ✓ *Laskuojien pysty- ja vaakageometriat (Inframodel)*
- ✓ *Hulevesien valuma-alueet, valumareitit- ja suunnat (3D-DWG)*

Kuva 4.16. *Hulevesien hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavatasolla, perustuu lähteisiin [21, s. 26-27][113, s. 58].*

Massojen hallinta

Asemakaavavaiheen massojen hallinnan suunnittelun yhteydessä määritellään muun muassa kaava-alueen kortteleiden ja muiden yleisten alueiden ohjeelliset, massa- ja tasotarkasteluihin perustuvat, yleistasot ja -tasaukset. Lisäksi selvitetään rakentamisesta syntyvien ylijäämämaiden massamäärät, osoitetaan syntyville ylijäämaille sijoituspaikat ja määritetään sijoitusalueiden käyttötarkoitukset, tarkat sijainnit, pinta-alat sekä tilavaraukset. Lisäksi asemakaavoituksen yhteydessä tulee selvittää kaava-alueen aluerakentamisen

täyttötarpeet sekä massojen mahdolliset välivarastointipaikat sekä suunnitella alueen rakentamisen vaiheistus ja tonttien luovutus siten, että asemakaava-alueella syntyisi mahdollisimman vähän ylijäämämassoja. [43, s. 78-79, s. 97][111, s. 13]

Asemakaavavaiheen mallipohjainen tasaussuunnittelu ja tasotarkastelu mahdollistaa muun muassa korttelien ja muiden yleisten alueiden toimivuuteen ja kustannuksiin olennaisesti vaikuttavan yleistason ja -tasauksen määrittämisen, massatasapainon optimoinnin sekä alueella tarvittavien ja siellä syntyvien maa- ja kalliomassojen sekä niiden laadun määrittämisen perinteisiä suunnittelumenetelmiä tarkemmin ja tehokkaammin. Tämä auttaa saavuttamaan kaava-alueen massojen käytön suhteen niin teknisesti kuin taloudellisesti parhaan kokonaisratkaisun. Inframallintamisen ja sen havainnollistamisen avulla voidaan myös paremmin varmistua asemakaavan tontti-, kortteli- ja yleisten alueiden sekä niiden täyttö- ja leikkausluiskien tilavarausten riittävydestä, teknisestä toteutettavuudesta sekä yhteensopivuudesta ympäröivään maankäyttöön, ympäristöön, rakennuksiin ja rakenteisiin. Lisäksi mallintamista ja sen havainnollistamista voidaan hyödyntää alueelle suunniteltujen läjitysalueiden, täyttömäkien, melu- ja näkösuojavallien tarkan sijainnin, tilavuuden, pinta-alan, korkeuden, maastonmuotoilun ja tilavarausten määrittämisessä sekä sovittamisessa ympäröivään maankäyttöön sekä ympäristöön.

Asemakaavavaiheen massojen hallinnan osamallissa esitetään kolmiulotteisina pintamalleina muun muassa kaava-alueen kortteleiden ja muiden yleisten alueiden suunniteltu yleistasausta, tasauksen täyttö- ja leikkausalueet, alueelle suunnitellut melu- ja näkösuojat sekä läjitysalueiden ja täyttömäkien maastomuotoilut. Pintamallit tallennetaan malliin Inframodel-muodossa osamalliin. Pintamalleihin voidaan sisällyttää tarkempia ominaisuuksitietoja esimerkiksi massojen määrästä ja laadusta, läjitysalueen tilavuudesta, korkeudesta, pinta-alasta, lopullisesta käyttötarkoituksesta tai rakennusaikataulusta. Kuvassa 4.17. on esitetty massojen hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

MASSOJEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA

- ✓ Kortteli- ja muiden yleisten alueiden yleistasausta (Inframodel)
- ✓ Yleistasauksen täyttö- ja leikkausalueet (Inframodel)
- ✓ Melu- ja näkösuojat sekä läjitysalueiden ja täyttömäkien maastonmuotoilut (Inframodel)

Kuva 4.17. Massojen hallinnan osamallin keskeisin sisältö ja luovutusaineisto asemakaavavaiheessa.

Kaavahankkeen inframallien keskeisin sisältö kaavoituksen eri vaiheissa on esitetty kootusti työn liitteenä (liite B). Yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden keskeisimmät tehtävät, inframallit ja niiden sisältö kaavoituksen eri vaiheissa on esitetty kootusti työn liitteenä (liite C).

4.3 Tietomallintamisen hyödyt maankäytön suunnittelussa

Maankäytön suunnittelun tietomallintamisen keskeisimmät hyödyt liittyvät kaavahankkeen tiedonhallintaan, suunnittelu- ja lähtötietojen havainnollistamiseen, yhteistyöhön ja vuorovaikutukseen sekä suunnittelun laatuun ja laadunvarmistukseen.

Maankäytön suunnittelun tietomallintamisen avulla tehostetaan merkittävästi kaavahankkeen tiedonhallintaa, tiedon saatavuutta ja jälleenkäyttöarvoa. Suunnittelu- ja lähtötietojen havainnollistamisen avulla parannetaan yhteistyötä ja vuorovaikusta hankkeen osapuolten, kuten sidosryhmien ja osallisten kesken, mikä lisää suunnittelun läpinäkyvyyttä, tehostaa suunnitteluprosessia ja nopeuttaa sekä helpottaa kaavan hyväksymisprosessia. Tietomallintaminen ohjaa myös suunnittelemaan laadukkaammin ja parantaa laadunvarmistusta sekä auttaa löytämään suunnittelun kannalta parhaan ja optimoidun kokonaisratkaisun [37, s. 10].

Tiedonhallinta, tiedon saatavuus ja jälleenkäyttöarvo

Tietomallintamisen avulla tehostetaan kaavahankkeen tiedonhallintaa, kun kaikki suunnittelu- ja lähtötiedot ovat aina ajan tasalla, yhtenäisessä formaatissa ja mallimuodossa kaikkien osapuolten saatavissa yhdestä ja samasta paikasta ajasta ja sijainnista riippumatta. Optimitilanteessa kaavahankkeessa on vain yksi tietomalli, joka kattaa kaavahankkeen suunnitteluprosessin kaikki vaiheet aina maakuntakaavavaiheen lähtötietojen hankinnasta asemakaavavaiheeseen suunnitteluun ja edelleen valmiin asemakaavan toteutukseen [19][70, s. 5]. Näin tietomalli kulkee kaavavaiheesta toiseen samalla päivittyen ja tarkentuen edellisessä kaavavaiheessa syntyneillä suunnittelu- ja lähtötiedoilla sisältäen koko kaavaprosessin aikaisten tietojen kokonaisuuden digitaalisessa muodossa [19][20, s. 8][70, s. 5]. Yhdistämällä kaavahankkeen kaikki suunnittelu- ja lähtöaineisto yhteen ja samaan inframalliin voidaan aineistoa tarkastella kaavavaiheittain joko yhdessä tai erikseen, koota niitä erilaisia yhdistelmämallia sekä havainnollistaa kolmiulotteisesti ja siten saavuttaa suunnittelun kannalta erilaisia hyötyjä ja etuja.

Kaavahankkeen tietomallipohjaisen tiedonhallinnan päätavoitteena onkin, että aiemmissa kaavavaiheissa syntynyttä tai mallinnettua tietoa voidaan hyödyntää mahdollisimman kattavasti myös seuraavissa vaiheissa, mitään menettämättä [113, s. 25]. Tietomallipohjaisen tiedonhallinnan hyödyt korostuvat, kun suunnitteluprosessissa hallittava tiedon määrä kasvaa.

Havainnollistaminen, yhteistyön ja vuorovaikutus

Maankäytön suunnittelun tietomallintamisen merkittävin etu ja hyöty tehokkaan tiedonhallinnan ohella on mahdollisuus kaavahankkeen suunnittelu- ja lähtöaineiston havainnollistamiseen kaavasuunnittelun eri vaiheissa. Tietomallipohjaisen havainnollistamisen tarkoituksena on antaa selkeä ja helposti ymmärrettävissä oleva kokonaiskuva kaavahankkeesta, kuvata sen hetken suunnittelutilanne ja -ratkaisut, helpottaa vaihtoehtojen

vertailua sekä optimointia, toimia apuna suunnittelun ohjauksessa ja päätöksen teon tukena, parantaa ristiriitojen ja yhteensopivuusongelmien havaitsemista sekä suunnittelun laatua ja laadunvarmistusta. Havainnollistamista voidaan hyödyntää muun muassa kaavahankkeen viestinnässä, markkinoinnissa sekä laadunvarmistuksessa ja sen avulla parantaa vuorovaikutusta ja yhteistyötä hankkeen eri toimijoiden, sidosryhmien sekä osapuolten välillä. [49, s. 4, s. 14]

Suunnittelun laatu ja laadunvarmistus

Maankäytön suunnittelun tietomallintamisen avulla varmistetaan kaavoissa esitettävien suunnitteluratkaisujen yhteensopivuus ympäröivään maankäyttöön ja ympäristöön sekä mahdollistetaan niiden kustannusten ja vaikutusten tarkempi arviointi. Tietomallintaminen helpottaakin suunnitelmien yhteensovittamista, suunnitteluvirheiden havaitsemista sekä suunnitteluratkaisujen optimointia, mikä parantaa olennaisesti suunnittelun laatua ja laadunvarmistusta [75, s. 8].

Tietomallintamisen ero perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnitteluun

Maankäytön suunnitteluprosessin toteutuksen kannalta olennainen ero tietomallipohjaisen ja perinteisen dokumenttipohjaisen suunnittelun välillä on, että tietomallipohjaisessa kaavahankkeessa suunnittelu, suunnittelussa tehtävät ratkaisut ja päätökset painottuvat toteutusvaiheen suunnittelun sijaan kaavoitukseen, jonka yhteydessä sidotaan suurin osa kaava-alueen kokonaiskustannuksista ja suunnittelussa tehtävien ratkaisujen sekä päätösten vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin ja lopputulokseen ovat suurimmillaan. Tietomallipohjaisen maankäytön suunnittelun hyödyt ja edut korostuvatkin kaavoituksen jälkeen tehtävissä suunnittelu- ja toteutusvaiheissa, kun suunnitelmamuutoksista aiheutuvat kustannukset tyypillisesti kasvavat ja vaikutusmahdollisuudet hankkeen kokonaiskustannuksiin vähenevät. [43, s. 2, s. 28][112, s. 7]

Maankäytön suunnittelun tietomallintaminen ja havainnollistaminen mahdollistavat perinteisiä suunnittelumenetelmiä tehokkaammin ja tarkemmin muun muassa kaavoissa esitettävien kortteli- ja yleisten alueiden, kaava-alueen rakennusten ja rakenteiden, johtojen sekä laitteiden:

- sijoittamiseen parhaiten soveltuvien alueiden kartoittamisen
- suunnitteluun, toteutukseen ja kustannuksiin olennaisesti vaikuttavien olemassa olevien rakenteiden ja laitteistojen, maa- ja kallioperäolosuhteiden, hulevesien, maastonmuotojen sekä ympäristö- ja luonnonarvojen huomioimisen
- toimivuuteen ja kustannuksiin olennaisesti vaikuttavien sijainnin, tila- ja aluevarausten, korkeustasojen sekä massatalouden vertailun ja optimoinnin sekä alueella tarvittavien ja siellä syntyvien maa- ja kalliomassojen sekä niiden laadun määrittämisen
- suunnitteluratkaisujen vaikutusten, kustannusten, yhteensopivuuden ja toteutuskelpoisuuden sekä alue- ja tilavarausten riittävyysarvioinnin

5. PÄÄTELMÄT

Rakennusalan vuosikymmeniä jatkuneeseen tuottavuusongelmaan vastaaminen edellyttää rakennusalan suunnitteluprosessien, etenkin maankäytön suunnittelun kehittämistä ja tehostamista sekä myös digitalisaation ja uusien teknologioiden, kuten tietomallintamisen tehokasta käyttöönottoa ja hyödyntämistä.

Työn tarkoituksena oli tutkia yhdyskuntateknistä suunnittelua ja sen tietomallintamista maankäytön suunnittelussa. Koska tietomallintaminen ei ole vielä vakiinnuttanut asemaansa maankäytön suunnittelussa, ei aihetta ole juurikaan aiemmin tutkittu, eikä vakiintuneita ohjeita laadittu. Työn uutuusarvo perustuukin maankäytön suunnittelun, yhdyskuntateknisen suunnittelun ja tietomallintamisen yhdistämiseen ja hyödyntämiseen tavalla, jota ei aiemmin ole tutkittu, esitetty tai pilotoitu. Työn uutuusarvo perustuu myös eri kaavavaiheiden yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden keskeisimpien tehtävien ja inframallien sisällön sekä luovutusaineiston kartoittamiseen aivan uudessa laajuudessa.

Työssä korostui erityisesti yhdyskuntateknisen suunnittelun merkittävä rooli ja vaikutus kaavoitukseen ja kaavoituksen yhteydessä tehtävien päätösten sekä ratkaisujen vaikutus kaava-alueen kokonaiskustannuksiin. Työstä nousi myös esiin hyvän ja tiiviin yhteistyön sekä vuorovaikutuksen tärkeys hankkeen eri toimijoiden, sidosryhmien sekä osapuolten kesken ja erinomaisen sekä esteettömän tiedonhallinnan sekä tiedon saatavuuden merkitys maankäytön suunnittelussa. Tämän vuoksi yhdyskuntateknisen suunnittelun ja tietomallintamisen tulisikin olla tiivis osa maankäytön suunnittelua ja sen kaavoitusprosessin eri vaiheiden suunnittelua sekä päätöksentekoa, etenkin suurissa ja pitkällä aikavälillä toteutettavissa kaavahankkeissa, joissa hallittavaa tietoa on paljon.

Koska kaavoittajan tehtävänä on ohjata kaavoituksen suunnittelua ja varmistaa, että kussakin kaavavaiheessa kaikki tulee tehdyksi, voi kaavoittajalle kuitenkin olla epäselvää, milloin ja mitä eri kaavavaiheissa tulisi olla selvitettyä tai suunniteltuna ja mitä eri suunnittelijoita sekä eri alan asiantuntijoita olisi hyvä konsultoida, jotta laadittava kaava olisi taloudellinen, toimiva ja tarkoitukseen soveltuva sekä asetettujen tavoitteiden mukainen. Kaavoittajan työn helpottamiseksi työn tuloksena syntyi tavoitteiden mukainen yleistaminen selvitys yhdyskuntateknisen suunnittelun eri osa-alueiden keskeisimmistä tehtävistä ja inframallien sisällöstä kussakin kaavoituksen vaiheessa. Selvityksen tarkoituksena on toimia apuvälineenä ja tarkastuslistana niin kaavoittajalle kuin tilaajille koko kaavaproessin ajan kertoen kussakin kaavavaiheessa tarvittavista teknisistä suunnitelmista, selvityksistä sekä mallintamisen tarpeista.

Työn tuloksena voidaan todeta, että kaavahankkeen tietomallintamisesta saatavat hyödyt ja edut ovat merkittäviä perinteisiin suunnittelumenetelmiin verrattuna ja mallintamisen avulla voidaan tehostaa maankäytön suunnitteluprosessia. Tietomallintaminen siirtää kaavahankkeen suunnittelun painotusta toteutusvaiheen suunnittelusta kaavoitukseen, jonka yhteydessä sidotaan suurin osa kaava-alueen kokonaiskustannuksista. Tietomallintamisen avulla voidaan myös parantaa muun muassa kaavahankkeen tiedonhallintaa, tiedon saatavuutta ja jälleenkäyttöarvoa, suunnittelun laatua ja laadunvarmistusta sekä yhteistyötä ja vuorovaikusta ja siten lisätä olennaisesti suunnittelun läpinäkyvyyttä ja nopeuttaa sekä helpottaa kaavan hyväksymisprosessia.

Työn tutkimusosuuden haasteeksi muodostui se, ettei yhdyskuntateknisen suunnittelun tietomallintamisen inframallinnusohjeet, -sanasto sekä -käsitteet sovellu kaikilta osin kaavahankkeen tietomallinnustarpeisiin, koska kaavahankkeen suunnittelu eroaa käsitteiden ja termien suhteen infrakohteen vastaavista. Jotta tietomallintamisen ja etenkin kaavasuunnittelun yhteydessä tehtävän inframallintamisen käyttö sekä hyödyntäminen yleistyisi maankäytön suunnittelussa ja olisi tulevaisuudessa olennainen osa kaavahankkeiden tietomallipohjaista suunnittelua, tulisi maankäytön suunnittelun tietomallintamista varten laatia oma sanasto ja käsitteet sekä yhtenäiset mallinnusohjeet.

Koko työn haasteeksi muodostui aiheen laajuus rajauksesta huolimatta. Työn tarkoituksena onkin toimia yleiskatsauksena, pohjana ja tietolähteenä maankäytön yhteydessä tehtävälle yhdyskuntatekniselle suunnittelulle sekä tieto- ja inframallintamiselle sekä jatkossa aiheesta tehtävillä muille mahdollisille tutkimuksille sekä opinnäytetöille.

Jatkotutkimuksissa voisi muun muassa:

- 1) Perehtyä kaavoituksen yhteydessä tehtävän yhdyskuntateknisen suunnittelun jatkamiseen osa-alueeseen syvällisemmin sekä haastatella alan asiantuntijoita ja siten täydentää sekä tarkentaa työtä ja sen tuloksena saatua tehtävälustausta yhdyskuntateknisen suunnittelun osalta.
- 2) Tarkastella yhdyskuntateknisen suunnittelun jokaisen osa-alueen tietomallintamista syvällisemmin ja haastatella tietomallinnusasiantuntijoita sekä suunnittelijoita ja siten täydentää sekä tarkentaa työtä ja sen tuloksena saatua tehtävälustausta kaavahankkeen inframallien osalta.
- 3) Haastatella kaavoittajia tietomallintamisen roolista ja hyödyistä maankäytön suunnittelussa sekä selvittää, kuinka tietomallinnuksen käyttö ja hyödyt todellisuudessa nähdään kaavasuunnittelun näkökulmasta ja miten maankäytön tietomallintaminen tulisi kytkeä osaksi suunnitteluprosessia. Haastattelussa olisi hyvä myös selvittää, miten varsinaisen kaavasuunnittelua yhteydessä tehtävää inframallintamista voitaisiin kehittää ja parantaa, jotta se palvelisi mahdollisimman hyvin maankäytön suunnittelun tarpeita.

- 4) Pilotoida maankäytön suunnittelun tietomallintamista todellisessa kaavahankkeessa ja sen eri suunnitteluvaiheissa sekä kerätä tietomallipohjaisesta toteutuksesta saatuja kokemuksia hankkeen eri osapuolilta, kuten tilaajilta, kaavoittajilta, eri alojen suunnittelijoita ja asiantuntijoita sekä hankkeen tietomallikoordinaattorilta. Kuinka mallintamisessa onnistuttiin, saavutettiin merkittäviä hyötyjä tai haasteita, mitä opittiin ja miten asioita tulisi jatkossa kehittää ja parantaa?
- 5) Tutkia tietomallipohjaisen havainnollistamisen eri keinoja ja hyötyjä sekä haasteita kaavahankkeessa. Maankäytön suunnittelun tietomallipohjaisesta havainnollistamisesta tulisi erityisesti selvittää mitä ja missä vaiheessa suunnitteluprosessia havainnollistamista kannattaa tehdä ja millä tarkkuudella, jotta siitä saatavat hyödyt ovat merkittäviä kaavahankkeen kannalta suhteessa mallinukseen käytettyyn työmäärän.
- 6) Selvittää, mahdollistaako tietomallintaminen yhdyskuntateknisen suunnittelun kytkemisen perinteisiä suunnittelumenetelmiä paremmin osaksi maankäytön suunnittelua ja paraneeko yhteistyö sekä vuorovaikutus kaavahankkeen eri osapuolten välillä tietomallintamisen myötä?

LÄHTEET

- [1] A. Anttonen, L. Hytönen, Yhdyskuntatekniikka, Rakennustieto Oy, Saarijärvi 1999, 151 s.
- [2] Asemakaavoitus, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 1.3.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Asemakaavoitus
- [3] A. Belinskij, Vesihuoltolakiopas 2015, Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 5/2015, Maa- ja metsätalousministeriö, 30.4.2015, 40 s. + 1 liit. Saatavissa: http://mmm.fi/documents/1410837/1720364/MMM_5_2015.pdf/383bfb97-d522-49de-9602-46fbb958cb4a/MMM_5_2015.pdf.pdf
- [4] BIM 2010, Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL. Saatavissa (viitattu 22.2.2018): <http://ril.easypage.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus/bim-2010.html>
- [5] BuildingSMART Finland, Rakennetun omaisuuden digitalisointi -ohjelmaesitys, Rakennustieto Oy, Helsinki, 26.2.2015. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fWAYBtNT/B80UKRufr/Rakennetun_omaisuuden_digitalisointi_BuildingSMARTin_ohjelmaesitys.pdf
- [6] Esi- ja pohjarakentaminen, Helsingin kaupunki, 22.6.2017, Saatavissa (viitattu 10.3.2018): <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/tontit/maa-ja-kalliopera/geotekniikka/esi-ja-pohjarakentaminen>
- [7] Geotekninen suunnittelu, Helsingin kaupunki, 22.6.2017, Saatavissa (viitattu 10.3.2018): <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/tontit/maa-ja-kalliopera/geotekniikka/>
- [8] E. Halmetoja, Rakentamisen tietomallinnuksen osaamisvaje on tilaajaorganisaatioissa – tilaaja ei tiedä mitä tilaa, työmaa ei saa mitä tarvitsee, Tekniikka & Talous, 30.11.2017, Saatavissa (viitattu 23.2.2018): <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/rakentamisen-tietomallinnuksen-osaamisvaje-on-tilaajaorganisaatioissa-tilaaja-ei-tieda-mita-tilaa-tyomaa-ei-saa-mita-tarvitsee-6690029>
- [9] Hankkeiden suunnitteluvaiheet, Liikennevirasto, 27.5.2017, Saatavissa (viitattu 29.5.2018): <https://www.liikennevirasto.fi/hankeprosessi/hankkeiden-suunnittelun-vaiheet>

- [10] H. Hattula, Barriers to Achieving the Benefits of BIM, Vianova Systems Finland Oy, 6.5.2015. Saatavissa: http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Utformning-av-vagar-och-gator/12_Hattula_Esitys_HH_BIM_Barriers_2015_short.pdf
- [11] F. Horn, Rakennustuotemallit kalliorakennuskohteiden suunnittelun ja rakentamisen apuvälineinä, diplomityö, Aalto-yliopisto Insinööritieteiden korkeakoulu, 2013, 82 s. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/14151/master_horn_frans_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [12] Hulevesiopas, Kuntaliitto, Helsinki 2012, 298 s. Saatavissa: shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopas-2012.pdf
- [13] Interstudio News: BIM senza paura. Interstudio. November 20, 2017. Saatavissa (viitattu 22.2.2018): <http://news.interstudio.net/2017/11/20/>
- [14] Inframodel4 käyttöön, 1.2.2018, BuildingSMART Finland, 12.2017, Saatavissa (viitattu 5.4.2018): <https://buildingsmart.fi/inframodel4-kayttoon-1-2-2018/>
- [15] Inframodel-tiedonsiirtoformaatti, BuildingSMART Finland. Saatavissa (viitattu 5.4.2018): <https://buildingsmart.fi/infrabim/inframodel/>
- [16] Inframodel4 käyttöön 1.2.2018 tiedote, BuildingSMART Finland, 29.11.2017, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2017/12/bSF_Inframodel4_kayttoon_tiedote_20171129.pdf
- [17] InfraBIM -nimikkeistö (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistö) versio 1.6, BuildingSMART Finland, 18.4.2016, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/InfraBIM_nimikkeisto_v1_6.pdf
- [18] InfraBIM-nimikkeistö, BuildingSMART Finland. Saatavissa (viitattu 27.2.2018): <https://buildingsmart.fi/infrabim/infrabim-nimikkeisto/>
- [19] Inframallit, Liikennevirasto, 24.7.2017, Saatavissa (viitattu 26.2.2018): <https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/inframallit#.WvNsIk1f1D9>
- [20] T. Innala, Hulevesien hallinnan järjestelyt kunnissa – tehtävät, Teknisen johdon päivät, Lahti 23.-24.11.2016, Kuntaliitto, Saatavissa: <http://dynasty.haapa-vesi.fi/djulkaisu/kokous/2017739-3-1.PDF>
- [21] N. Janhunen, M. Pienimäki, S. Parantala. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, BuildingSMART Finland, 5.5.2015, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA4_Mallinnus_hankkeen_eri_vaiheissa_V_1_0.pdf

- [22] R. Jääskeläinen, Geotekniikan perusteet, Tammertekniikka, Jyväskylä 2011, 387 s.
- [23] L. Jääskeläinen, O. Syrjänen. Maankäyttö- ja rakennuslaki selityksineen, Rakennustieto Oy, 2010, 927 s.
- [24] Kaavaprosessi, Vihtin kunta, Saatavissa (viitattu 10.5.2018): <http://www.vihti.fi/wp-content/uploads/kaavaprosessikaavio.pdf>
- [25] Kaavoituksen eteneminen, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 10.5.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Kaavoituksen_eteneminen
- [26] Kaavoituksen tasot ja prosessi, Salon kaupunki, Saatavissa (viitattu 10.5.2018): <http://www.salo.fi/asuminenjaymparisto/kaavoitus/kaavoituksentasotjaprosessi/>
- [27] Kaavoitus vaikuttaa maanomistajan oikeuksiin, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto, Saatavissa (viitattu 5.3.2018): https://www.mtk.fi/reppu/repun_ja-senpalvelut/kaavoitus_ja_rakentaminen/kaavat/fi_FI/kaavat/
- [28] Kantakaupungin yleiskaava 2040, Tampereen kaupunki, Saatavissa (viitattu 5.5.2018): https://www.tampere.fi/tiedos-tot/y/YY2OBj5MR/Yk2040_Kartta1_Ehdotus_12_4_2017.pdf
- [29] Kartta nro 7830, Asemakaava: korttelit nro 6057 – 6064 ja 6094 sekä katu- ja virkistysaluetta, Tampereen kaupunki, Saatavissa (viitattu 7.5.2018): <https://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/7830/7830.pdf>
- [30] T. Katko, VETTÄ! -Suomen vesihuollon kehitys kaupungeissa ja maaseudulla, Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Tampere 1996, 416 s.
- [31] KATU 2002, Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, SKTY:n julkaisu nro 11, Suomen kuntatekniikan yhdistys (SKTY), Jyväskylä 2003, 281 s.
- [32] Katutilan mitoitus, Suunnitteluohjeet Helsingin kaupungille, Helsingin kaupunki, 2014, 58 s. + 7 liit.
- [33] Kaupunkimallinnuksen ohjekirja – 04 Kaupunkimallinnuksen muodot ja hyödyntäminen, Graafinen malli, BuildingSMART Finland, 9.9.2016, Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/kaupunki/kaupunkimallinnuksen-ohjekirja/>
- [34] Kaupunkisuunnittelun geotekninen tutkimus ja suunnittelu, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston geoteknisen toimiston tiedotteita 1.11.1973, Helsingin kaupunki, Helsinki 1973, 59 s. + 5 liitt. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/kv/Geo/Tiedotteet/Tiedote+2.pdf>

- [35] Kaupunkitilaohje – Hulevesien hallintarakenteet, Helsingin kaupunki, Saatavissa (viitattu 21.8.2018): <http://kaupunkitilaohje.hel.fi/kortti/hulevesien-hallintarakenteet/>
- [36] L. Kemppainen, Infrahankkeen 3D-tuotemallinnusprosessin arviointi ja kehittäminen, Insinööritieto, Metropolia ammattikorkeakoulu, 2012, 46 s. + 4 liitt. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41059/Insinoori-tyo_LKemppainen2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [37] L. Kemppainen, J. Liukas, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 2. Yleiset mallinnusvaatimukset, BuildingSMART Finland, 5.5.2015, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA2_Yleiset_Vaatimukset_V_1_0.pdf
- [38] T. Kivinen. Tietomallit ja koneohjaus kuntatekniikan rakentamisessa, diplomityö, Aalto-yliopisto Insinööritieteiden korkeakoulu, 2016, 98 s. + 7 liitt. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/20529/master_Kivinen_Tommi_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [39] Kun viherkatot tulivat kaupunkiin, Icopal Oy. Saatavissa (viitattu 21.8.2018): <https://icopalkatteet.fi/articles/kun-viherkatot-tulivat-kaupunkiin-viherkatto-icopal>
- [40] A. Kylmälä, Tietomallien hyödyntäminen tien yleissuunnittelussa, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 3/2015, Helsinki 2015, 97 s. + 3 liitt. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121698/lts_2015-03_978-952-317-151-3.pdf?sequence=1
- [41] M. Laakso, A. Kiviniemi, The IFC Standard – A review of history - development and standardization, Journal of information technology in construction (ITcon), Vol 17, 2012, pg. 134-161. Saatavissa (viitattu 32.4.2018): <http://www.itcon.org/2012/9>
- [42] LandXML schema versions & specifications, LandXML.org. Saatavissa (viitattu 2.4.2018): <http://landxml.org/Spec.aspx>
- [43] A. Leiskallio, J. Lehtonen, Maankäytön geotekninen suunnittelu, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston geoteknisen osasto, Tiedote 62/1993, Helsingin kaupunki, Helsinki 1993, 126 s. + 6 liitt. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/kv/Geo/Tiedotteet/Tiedote+62.pdf>
- [44] Liikenne- ja katusuunnittelu, Turun kaupunki, Saatavissa (viitattu 10.6.2018): <https://www.turku.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu/liikenne-ja-katusuunnittelu>

- [45] Liikenneympäristön turvallisuuden yleisiä toimenpide-esityksiä, Ramboll, Saatavissa (viitattu 13.6.2018): http://projektit.ramboll.fi/liikenneturvallisuus/nurmi-jarvi/or/pages/ymp_kasikirja.pdf
- [46] J. Liukas, BIM – Pelko pois, BuildingSMART Finland, 7.6.2016, Saatavissa (viitattu 25.3.2018): <https://buildingsmart.fi/blogi-bim-pelko-pois/>
- [47] J. Liukas, Inframodel -käyttöön otto-ohje versio 1.0 – luonnos, PRE infraFINBIM Inframodel-ryhmä, 25.10.2013, Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2014/04/Inframodel3-kayttoohje.pdf>
- [48] J. Liukas, J. Virtanen, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 3. Lähtötiedot, BuildingSMART Finland, 5.5.2015, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA3_Lahtotiedot_V_1_0.pdf
- [49] S. Luoma, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 10. Havainnollistaminen, BuildingSMART Finland, 23.2.2016, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/02/YIV2015_OSA_10_Havainnollistaminen_250216.pdf
- [50] Luonnonvarojen kokonaiskäyttö materiaaliryhmittäin 2006 – 2016, Tilastokeskus, Saatavissa (viitattu 20.6.2018): https://www.stat.fi/til/kanma/2016/kanma_2016_2017-11-16_tau_001_fi.html
- [51] O. Lohilahti, S. Mölsä, Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua?, Rakennuslehti, 4.9.2017. Saatavissa (viitattu 22.2.2018): <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>
- [52] T. Länsivaara, RAK-23510 Pohjarakenteet -kurssin luentokalvot, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2014
- [53] Maa-ainesten kestävä käyttö, Opas maa-ainesten ottamisen sääntelyä ja järjestämisestä varten, Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2009, Ympäristöministeriö, Helsinki 2009, 57 s. + 12 liitt. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41538/OH_1_2009_Maa_ainesten_kestava_kaytto.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [54] Maakuntakaavoitus, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 6.3.2018): http://www.ym.fi/fi-fi/maakaytto_ja_rakentaminen/Maankayton_suunnittelun_ohjaus/Maakuntakaavoitus

- [55] Maakuntakaavoitus, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 6.3.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Maakuntakaavoitus
- [56] Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, Finlex, Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- [57] Maankäyttö ja rakentaminen, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 6.3.2018): http://www.ym.fi/fi-fi/Maankaytto_ja_rakentaminen
- [58] Maankäytön suunnittelujärjestelmä, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 6.3.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma
- [59] Maankäytön suunnittelun ohjaus – tavoitteena hyvinvoiva elinympäristö, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 7.3.2018): http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/Maankayton_suunnittelun_ohjaus
- [60] Maantielaki 503/2005, Finlex Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=katu>
- [61] Maantiet kaavoituksessa, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus, Tiehallinto, Helsinki 2006, 131 s. Saatavissa: <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2000018-v-06-maantiet-kaavoituksessa.pdf>
- [62] Maaperä, Helsingin kaupunki, 8.12.2017, Saatavissa (viitattu 10.3.2018): <http://www.hel.fi/wps/wcm/connect////helsinki2/fi/asuminen-ja-ymparisto/tonnit/maa-ja-kalliopera/maopera>
- [63] A-P. Manninen, S. Kärnä, Kansainvälinen state-of-art-selvitys rakennusalan BIM-käytännöistä – työpäperi, Aalto yliopisto Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennustekniikan laitos, nBES-tutkimusryhmä, 2011. 49 s. Saatavissa: http://lib.tkk.fi/TIEDE_TEKNOLOGIA/2011/isbn9789526042800.pdf
- [64] A-P. Manninen, Väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta, väitöskirja, Teknillinen korkeakoulu, 2009, 143 s. + 10 liitt Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Diss/2009/isbn9789512299706/isbn9789512299706.pdf>
- [65] J. Meriluoto, S. Lehtikangas, Hulevesien hallinta – esiselvitys organisointimalleista, Loppuraportti, Suunnittelukeskus Oy. 19.4.2007, 15 s. + 2 liitt. Saatavissa: <https://docplayer.fi/7207258-Hulevesityoryhma-hulevesien-hallinta-esiselvitys-organisointimalleista-taustaraportti.html>

- [66] Modellgrunnlag - Krav til grunnlagsdata og modeller, Håndbok 138, Statens vegvesen, Oslo 2012, 85 p. Saatavissa: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/195978/HB-138-2012.pdf?sequence=1>
- [67] E. Mäkinen, I. Tieaho, J. Parkkari, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 8. Inframallin laadunvarmistus, BuildingSMART Finland, 11.2.2016, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2015/02/YIV-2015_OSA_8_Inframallin-laadunvarmistus_20160211.pdf
- [68] T. Myllymäki, Tiehankkeen geotekninen massatalouden hallinta, diplomityö, Aalto-yliopisto Insinööritieteiden korkeakoulu, 2014, 81 s. + 10 liitt. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/14554/eng_2014_myllymaki_tuula.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [69] J. Nauska, J. Havukainen, Esirakentaminen 1998, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston geotekninen osasto, Tiedote 77/1998, Helsingin kaupunki, Helsinki 1998, 92 s. + 6 liitt. Saatavissa: <https://ww.hel.fi/static/kv/Geo/Julkaisut/julkaisu77.pdf>
- [70] J. Niskanen, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 1. Tietomallipohjainen hanke, BuildingSMART Finland, 5.5.2015, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA1_Tietomallipohjainen_hanke_V_1_0.pdf
- [71] Osallistuminen kaavoitukseen, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 7.3.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Kaavoituksen_eteneminen/Osallistuminen_kaavoituksessa
- [72] Osallistuminen yleis- ja asemakaavoituksessa, Ympäristöministeriön ohjeita 1/2007, Helsinki 2007, 82 s. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41516/OH1_2007_Osallistuminen_yleis_ja_aseamakaavoituksessa.pdf?sequence=1
- [73] Osallistun kaavoitukseen, Kuntalaisen opas, Opas 5/2016, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2007, Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/130881/Opas%205%202016.pdf?sequence=1>
- [74] P. Palviainen, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 0.9 – Osa 5.3 Maanrakennustöiden toteutusmallin laadintaohje - koekäyttöön ja pilotointiin, BuildingSMART Finland, 5.5.2015, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA5_3_Maarakennustöiden_toteutusmallin_laadintaohje_V_0_9.pdf

- [75] A. Partiainen, Mallipohjaisen hankkeen lähtöaineisto, Opinnäytetyö, Liikennevirasto 1/2016, Helsinki 2016, 44 s. + 1 liitt. Saatavissa: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121924/opin_2016-01_978-952-317-206-7.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- [76] E. Peippo, Tietomallin hyödyntäminen infrahankkeen laadunvalvonnassa, Opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, 2015, 57s. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92519/Peippo_Elina.pdf?sequence=1
- [77] J. Pekkala, 3D-laserkeilausaineiston hyödyntäminen inframallintamisen yhteydessä ja sen lopputuotteen laadun varmistamisessa, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 58/2015, Helsinki 2015, 82 s. + 1 liitt. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2015-58_3d-laserkeilausaineiston_web.pdf
- [78] T. Perttula, Rakennuspäivä 2016: Inframallintamisen mahdollisuudet, Liikennevirasto, 28.4.2016, Saatavissa: https://www.saimia.fi/docs/ajankohtaista/rakennuspäivä/2016/Perttula_Rakennuspäivä_2016.pdf
- [79] L. Pirilä, Katusuunnitelmien ja rakennussuunnitelmien laatimisohe – Versio 1.1., vuosi 2003, Tampereen kaupunki, 2003, 127 s. + 7 liit.
- [80] Pirkanmaan maakuntakaava 2040, Pirkanmaan liitto, Saatavissa (viitattu 5.5.2018): https://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Maakuntakaava_2040_MKV_27032017_.pdf
- [81] J. Pokki, M. Rekola, P. Härmä, P. Kuula-Väisänen, M. Räisänen, M. Tiainen, Maarakentamisen ja kalliolouhinnan yhteydessä muodostuvien ylijäämäkiviainesten hyötykäytön nykytila Suomessa, Tutkimusraportti 77, Geologian tutkimuskeskus, Sastamala 2009, 39 s. Saatavissa: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_177.pdf
- [82] S. Puuperä, Infra-alan tietomallien laatutavoitteet ja hyväksymiskriteerit, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2015, Helsinki 2015, 74 s. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2015-57_infra-alan_tietomallien_web.pdf
- [83] Ramboll, Sitowise, Semanttisen asemakaavatiedon hyödyntäminen katusuunnittelussa, Helsingin kaupunki, 21.12.2017, Saatavissa: http://www.kiradigi.fi/media/hankemateriaali/hel/semanttisen-asekaavatiedon-hyodyntaminen-katusuunnittelussa_2.0.pdf
- [84] RIL 94 Liikenne ja väylät, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Iisalmi 1975, 473 s.

- [85] RIL 98 Maa- ja kalliorakennus, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Jyväskylä 1976, 510 s. + 2 liitt.
- [86] RIL 121-1988 Pohjarakennusohjeet 1988, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Vammala 1988, 77 s. + 3 liitt.
- [87] RIL 124-1 Vesihuolto I, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Vammala 2003, 314 s.
- [88] RIL 124-2 Vesihuolto II, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Vammala 2004, 684 s.
- [89] RIL126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Helsinki 2010, 94 s. + 3 liitt.
- [90] RIL 154-1 Tunneli- ja kalliorakennus I, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Espoo 1987, 363 s.
- [91] RIL 165-1-2005 Liikenne ja väylät I, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Helsinki 2005, 580 s.
- [92] RIL 165-2-2006, Liikenne ja väylät II, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Helsinki 2006, 591 s.
- [93] RIL 169-1987 Kalliotilojen rakennusohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Vammala 1989, 92 s. + 5 liitt.
- [94] RIL 189-1992 Kadun poikkileikkauksen liikennetekninen suunnittelu, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Helsinki 1992, 158 s. + 5 liitt.
- [95] RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, Suunnittelu- ja rakentamisohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Helsinki 2007, 122 s.
- [96] RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, Perusteet ja toiminnallisuus, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., Saarijärvi 2010, 177 s.
- [97] Ruohokivi, Betonilaatta Oy. Saatavissa (viitattu 21.8.2018): <http://www.betonilaatta.fi/tuoteryhma/hulevesi-ruohokivet/ruohokivi>
- [98] J.Salmi, Inframallintamisen visio 2025, InfraBIM – tiedotuslehti 2015, Saatavissa: http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/03/INFRABIM_Tiedotuslehti2015_web.pdf
- [99] J.Salmi, Lähtötiedot ovat inframallintamisen peruskivi, BuildingSMART Finland, 13.3.2015, Saatavissa (viitattu 20.4.2018): <https://buildingsmart.fi/lahtotiedot-ovat-inframallintamisen-peruskivi/>

- [100] J.Salmi, Tietomallintaminen uudistaa infra-alaa, InfraBIM – tiedotuslehti 2015, Saatavissa: http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/03/INFRA-BIM_Tiedotuslehti2015_web.pdf
- [101] K. Serén, InfraBIM-sanasto versio 0.7 – luonnos, InfraTM/InfraFINBIM, 1.8.2014. 50 s. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf
- [102] Sito Oy, InfraFINBIM Pilottiraportti, Pilotti 10: Vt 14 Laitaansalmen lähtötietomalli, InfraFINBIM. Saatavissa: http://infraportaali.s3.amazonaws.com/Kombinaatio/Laitaansalmi/10_SITO_Juha_Liukas_Vt14_Laitaansalmen_ltm.pdf
- [103] J. Skuthälla, Hulevesiasiat kunnassa, Vesihuollon kehittämispäivät, Seinäjoki 14.3.2016, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Saatavissa: https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/56131/Jenny_Skuthalla_Hulevedet+kunnassa.pdf/da0989c7-b10b-48e2-99c9-4c37f23c22c1
- [104] S. Snellman, Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 versio 1.0 – Osa 5.Rakennemallit; maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet, 5.2 Maanrakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje, BuildingSMART Finland, 5.5.2015, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA5_2_Vaylarakenteen_toteutusmallin_laatimisohje_V_1_0.pdf
- [105] Standardit, BuildingSMART Finland. Saatavissa (viitattu 2.4.2018): <https://buildingsmart.fi/standardit/>
- [106] Suunnittelu, Kirkkonummen kunta, Saatavissa (viitattu 10.6.2018): <https://www.kirkkonummi.fi/suunnittelu>
- [107] Suunnittelun lähtökohdat, Liikennevirasto, 1.10.2015, Saatavissa (28.5.2018): <https://www.liikennevirasto.fi/hankeprosessi/suunnittelun-lahtokohdat>
- [108] Suunnitteluprosessin eteneminen, Espoon kaupunki, Saatavissa (viitattu 5.6.2018): [https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kadut_ja_liikenne/Suunnittelu_ja_rakentaminen/Katusuunnitelmat/Suunnitteluprosessin_eteneminen\(47380\)](https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kadut_ja_liikenne/Suunnittelu_ja_rakentaminen/Katusuunnitelmat/Suunnitteluprosessin_eteneminen(47380))
- [109] H. Takalo, rakennusarkkitehti, kaavainsinööri, Tampereen kaupunki, Tampere. Haastattelu 3.3.2018.
- [110] Tavoitteena hyvä ympäristö, Hämeen tiepiirin julkaisu 9/2004, Tiehallinto, 8 s. Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/137475/2576tie.pdf?sequence=1>

- [111] S. Tapio, Kestävän kehityksen koulutusohjelma, opinnäytetyö, Hämeen ammatti-korkeakoulu, 2014, 39 s. + 1 liitt. Saatavissa: <http://docplayer.fi/7228754-Maa-massojen-hallinta-jyvasseudulla.html>
- [112] TEKES loppuraportti: tietomallit ja koneohjaus katuhankkeissa, InfraTM, 31.12.2010, Saatavissa: http://www.rts.fi/infrabim/InfraTM_pilotti_Tam-pere_Oulu_loppuraportti.pdf
- [113] Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje, Liikenneviraston ohjeita 12/2017, Helsinki 2017, 46 s. + 5 liitt. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf
- [114] Tien suuntauksen suunnittelu, Liikenneviraston ohjeita 30/2013, Liikennevirasto, Helsinki 2013, 59 s. + 5 liitt. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2013-30_tien_suuntauksen_suunnittelu.pdf
- [115] Tiensuunnittelun kulku, Liikennevirasto, 2010, 19 s. Saatavissa: https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/34253/tiesuunnittelun+kulku_esite.pdf/1341b1b2-4629-4bdf-a763-32f41c7334e4
- [116] Tietomallintaminen, Optiplan Oy. Saatavissa (viitattu 26.2.2018): http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/
- [117] Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa kyselyn tulokset, Rakennustieto Oy, 14.6.2013. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus-_ja_kehittamistoimita/6JKJPZe3A/BIM_Survey_raporttiteksti.pdf
- [118] Tietomallintaminen uudistaa infra-alan, InfraBIM. Saatavissa (viitattu 27.2.2018): <http://www.rts.fi/infrabim/index.htm>
- [119] Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu, Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy, Helsinki 2009, 102 s.
- [120] Tieverkko, Liikennevirasto, 6.3.2017, Saatavissa (viitattu 3.6.2018): <https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko>
- [121] Tuote- ja tietomallinnus – Tietomallintaminen tehostaa infra-alan prosesseja ja koko elinkaaren hallintaa, InfraBIM. Saatavissa (viitattu 25.2.2018): http://www.rts.fi/infrabim/tuote_ja_tietomallinnus.htm
- [122] Uudistetut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet vievät kohti vähähiilistä yhteiskuntaa, Valtioneuvosto, 14.12.2017, Saatavissa (viitattu 8.3.2018): http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/uudistetut-valtakunnalliset-alueiden-kayttotavoitteet-vievat-kohti-vahahiilista-yhteiskuntaa

- [123] P. Vaara, Ylijäämämassojen vastaanotto palvelutoimintana pääkaupunkiseudulla -hankintaklinikka, Loppuraportti 31.5.2011, RAKLI ry, 2011, 57 s. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/4888/Ylijaamamassojen_vastaanotto_palvelutoimintana_paakaupunkiseudulla_hankintaklinikka_Loppuraportti_2011.pdf
- [124] Vaikutusten arviointi kaavoituksessa, Ympäristöministeriön ohjeita 10/2006, Helsinki 2006, 51 s. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41526/OH_10_2006_Vaikutusten_arviointi_kaavoituksessa.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [125] Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 6.3.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet
- [126] Vesienhoitolaki 1299/2004, Finlex, Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299>
- [127] Vesihuolto, INFRAkuntoon.fi, Saatavissa (viitattu 18.6.2018): <http://www.infrakuntoon.fi/index.php?id=14>
- [128] Vesihuolto, Ympäristöministeriö, Saatavissa (viitattu 16.6.2018): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Vesihuolto
- [129] Vesihuoltolaki 119/2001, Finlex, Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vesihuoltolaki%3E>
- [130] M. Vinter, Tietomallinnuksen hyödyntäminen siltojen ylläpidossa, Opinnäytetyö, Liikennevirasto 3/2017, Helsinki 2017, 97 s. + 4 liitt. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/144082/opin_3-2017_978-952-317-466-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [131] I. Virta, Asemakaavamuutoksen luonnos Espoon Keran kaupunginosaan, Opinnäytetyö, Metropolia ammattikorkeakoulu, 2016, 28s. Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/115307/Virta_Iiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [132] Vuoden Ympäristörakenne on Lounatuuli-niminen puisto Hyvinkäällä, Suomela.fi. Saatavissa (viitattu 21.8.2018): <https://www.suomela.fi/lounatuulenpuisto-vuoden-ymparistorakenne>
- [133] P. Vuorinen, Kelvolliset uusiomateriaalit saatava kiertämään -luonnonvaroihin kohdistuvat verot väärä keino, Kiinteistö- & rakentamisfoorumi, 10.1.2018, Saatavissa (viitattu 18.6.2018): <https://kirafoorumi.fi/kelvolliset-uusiomateriaalit-saatava-kiertamaan-luonnonvaroihin-kohdistuvat-verot-vaara-keino/>

- [134] N. Wood, K. Lengieza, Unlock the “I” in BIM with Data Democratization, Autodesk. November 16, 2016. Saatavissa (viitattu 22.2.2018): <https://www.sli-deshare.net/NathanWood10/au2016-unlock-the-i-in-bim-with-data-democratization>
- [135] Yhdyskuntatekniikka, Opinto-opas 2017-2018, Tampereen teknillinen yliopisto, Saatavissa: <http://www.tut.fi/opinto-opas/wwwoppaat/opas2017-2018/perus/opintokokonaisuudet/Aineopinnot-Yhdyskuntatekniikka-50.html>
- [136] Yleiset inframallivaatimukset, BuildingSMART Finland. Saatavissa (viitattu 19.2.2018): <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>
- [137] Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012 versio 1.0 – Osa 1. Yleinen osuus, BuildingSMART Finland, 27.3.2012, Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

MAAKUNTAKAAVA

<p>GEOTEKNINEN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Maaperän- ja kallioperän yleispiirteinen selvittäminen kalli- ja maaperäkartojen sekä olemassa olevien pohjatutkimusten perusteella</p> <p>✓ Geoteknisten riskialueiden selvittäminen seudullisella tasolla</p> <p>✓ Maa- ja kallioperäolosuhteiltaan huoasti rakentamiseen soveltuvien ja vaikeasti rakennettavien alueiden yleispiirteinen selvittäminen</p> <p>✓ Maanalaiseen rakentamiseen soveltuvien alueiden kartoittaminen seudullisella tasolla</p> <p>✓ Maa- ja kalliorakentamisen ympäristövaikutusten kartoittaminen seudullisella tasolla</p> <p>✓ Geologisesti arvokkaiden luonnonsuojelukohteiden selvittäminen</p> <p>✓ Seudullisesti merkittävien pohjavesialueiden kartoittaminen, suojelu ja käyttömahdollisuuksien säilyttäminen vedenhankinnassa.</p> <p>✓ Ympäristövaurioiden kartoitus sekä luonnonarvojen palauttamisen arviointi seudullisella tasolla</p>	<p>VESIHUOLLON SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA</p> <p><u>Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:</u></p> <p>✓ Kaavassa esitettävien kahteiden ja alueiden vesihuollon toteutettavuuden selvittäminen</p> <p>✓ Maakunnan alueelle vesistöalueilta heijastuvien vaikutuksien selvittäminen</p> <p>✓ Kuntien mahdollisen yhteistyön edellytysten ja tarpeiden selvittäminen vedenhankintaan ja viemäröintiin liittyen</p> <p>✓ Tarvittaessa vesiensuojelua koskevan selvityksen laadinta</p> <p><u>Vedenhankintasuunnitelman yhtevedessä tehtävä:</u></p> <p>✓ Veden nykyisen käytön ja käyttöennusteen selvittäminen kulutusmuodoittain</p> <p>✓ Nykyisten ja tulevien vedenkäyttöpisteiden sijaintien selvittäminen</p> <p>✓ Kaava-alueen topografian ja maaperän selvittäminen yleisellä tasolla maa- ja kallioperäkartojen avulla</p> <p>✓ Raakaveden- ja pohjavesialueiden sekä pääjohtojen sijoituksen määrittäminen</p> <p>✓ Vedenhankinta- ja puhdistuslaitosten tehojen ja rakentamisen ajoituksen alustava määrittäminen</p> <p>✓ Pääpiirteittäinen suunnitelma ja kustannusarvio kunkin vedenkäyttöalueen vedensaannin järjestämisestä</p> <p>✓ Kriisiajan vedenjakelun turvaamisen järjestäminen</p> <p><u>Viemäröintisuunnitelman yhtevedessä tehtävä:</u></p> <p>✓ Seudullisesti merkittävien nykyisten pääviemärien ja niiden laajuuden, puhdistamojen ja pumppaamoiden selvittäminen</p> <p>✓ Tärkeimpien käytössä olevien jätevesien purkualueiden selvittämien</p> <p>✓ Seudullista merkitystä omaavien pääviemäreiden, pumppaamoiden ja puhdistamojen sijainnin, vaihtoehtojen sekä mitoituksen määrittäminen</p> <p>✓ Tärkeimpien purkujärjestelyvaihtoehtojen selvittäminen ja niiden vertailu</p> <p>✓ Viemäröintivaihtoehtojen tekninen, taloudellinen ja ympäristösuojellinen vertailu</p> <p>✓ Edullisimman vaihtoehdon toteuttamis- ja rahoitusohjelman laadinta.</p>	<p>HULEVESIEN HALLINAN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Hulevesien ja niiden vaikutuksien selvittäminen yleisellä tasolla</p>	<p>TIEN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Liikenneväyliä ja liikennettä koskevien valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden huomioon ottaminen</p> <p>✓ Tiehakkeen tavoitteiden, tarpeen ja ajoituksen selvittäminen</p> <p>✓ Kaikkien toteutuskelpoisten vaihtoehtojen selvittäminen</p> <p>✓ Vaihtoehtojen vaikutusten alustava arvioiminen</p> <p>✓ Vaihtoehtojen kustannusennusteiden ja –arvioiden laadinta</p>	<p>MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Seudullisten ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueiden selvittäminen</p> <p>✓ Seudullisten uusien ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueiden aluevarauksen osoittaminen kaavamääräysin</p>
---	---	---	--	--

YLEISKAAVA

<p>GEOTEKNINEN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Maa- ja kallioperäolosuhteiden selvittäminen</p> <p>✓ Geoteknisten riskialueiden selvittäminen</p> <p>✓ Maaperäolosuhteiltaan vaikeiden alueiden kartoittaminen</p> <p>✓ Pohjavesien alueiden kartoittaminen, suojelu sekä käyttömahdollisuuksien säilyttäminen vedenhankinnassa</p> <p>✓ Geologisesti arvokkaiden luonnonkohteiden kartoitus</p> <p>✓ Ympäristövaurioiden kartoitus sekä luonnonarvojen palauttamisen arviointi</p> <p>✓ Maa- ja kalliomassojen hallinnan ohjaus</p> <p>✓ Maa- ja kalliorakentamisen ympäristövaikutusten selvittäminen</p> <p>✓ Teiden, katujen ja muiden väylien sekä teknisen huollon verkostojen pohjarakennusvaihtoehtojen kustannusten selvittäminen</p> <p>✓ Maanalaisen rakentamisen edistäminen</p> <p><u>Lisäksi osayleiskaavatasolla tehtävä:</u></p> <p>✓ Nykyisten rakennusten ja rakenteiden pohjarakenteista rakentamiselle aiheutuvien haittojen sekä esteiden selvittäminen</p> <p>✓ Ympäristövaurioiden asettamien reunuehtojen ja kunnostusmahdollisuuksien selvittäminen</p> <p>✓ Vaihtoehtoisten kuivatusratkaisuiden selvittäminen yhteistyössä kunnallistekniikan suunnittelijan kanssa</p> <p>✓ Alueellisen pohjanvahvistustarpeen selvittäminen</p> <p>✓ Ylijäämassojen minimointi pohjarakentamisen näkökulmasta</p> <p>✓ Tarvittavien pohjarakennustoimenpiteiden ja niiden kustannusten alustava selvittäminen</p> <p>✓ Kalliorakentamiselle soveltuvien paikkojen osoittaminen sekä mahdollistaminen myös tulevaisuudessa.</p> <p>✓ Maa- ja kalliorakentamisen näkökulmasta rakentamisjärjestykseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen.</p>	<p>VESIHUOLLON SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA</p> <p><u>Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:</u></p> <p>✓ Maakuntavaiheen vesihuoltosuunnitelman esitettujen ratkaisuiden tarkentaminen kunnan vesihuollon osalta</p> <p>✓ Kaava-alueen vesihuollon lähtötilanteen, tulevan vedenkäytön ja viemäriveriesien ennusteiden, raakavesilähteiden, vesivarojen, purkuvesistöjen, purkupaikkojen selvittäminen</p> <p>✓ Koko kunnan vesihuollon ratkaisuperiaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Määritetään riittävän ja laadukkaan käyttöveden saannin turvaaminen</p> <p>✓ Jätevesien johtamisen ja käsittelyn sekä vesiensuojelutoimintojen ratkaiseminen</p> <p>✓ Kaava-alueen vesihuoltojärjestelmän alustava suunnittelu</p> <p>✓ Kustannusten selvittäminen ja vertailu</p> <p><u>Vedenhankintasuunnitelman yhtevedessä tehtävä:</u></p> <p>✓ Vesilaitoksen suunnittelun kehittämisalueen ja toiminta-alueiden määrittäminen</p> <p>✓ Vedenkäsitteilylaitoksien, vesisäiliöiden, yms. vedenhankintaan liittyvien rakenteiden alustavien tilavarauksen määrittäminen</p> <p>✓ Raakaveden hankinnan ja vesilähteiden suojeluvaatimusten selvittäminen</p> <p>✓ Alustavien ajoitus- ja kustannusarvioiden laadinta</p> <p>✓ Vesiverkostojen yleistasoinen suunnittelu ja kehittämistarpeiden määrittäminen</p> <p><u>Viemäröintisuunnitelman yhtevedessä tehtävä:</u></p> <p>✓ Viemärlaitoksen suunnittelun kehittämisalueen ja toiminta-alueiden määrittäminen</p> <p>✓ Viemäriveriesien käsittelyn ja purkupaikkojen määrittäminen</p> <p>✓ Viemärlaitoksien, yms. viemäröintiin liittyvien rakenteiden alustavien tilavarauksen määrittäminen</p> <p>✓ Alustavien ajoitus- ja kustannusarvioiden laadinta</p> <p>✓ Nykyisten pääviemäriverkostoon nykyisajoinnin ja kapasiteetin selvittäminen</p> <p>✓ Pääviemäriverkostoon linjojen alustava suunnittelu</p>	<p>HULEVESIEN HALLINNAN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Hulevesien hallinnan periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Hulevesien tulva- ja ylivuotoreittien selvittäminen</p> <p>✓ Vesistöjen, hulevesien valuma-alueiden ja –reittien sekä pohjavesien muodostumisalueiden selvittäminen</p> <p>✓ Valuma-aluekohtaisten hallintamenetelmien ja aluevarauksen määrittäminen</p> <p>✓ Tarkemman suunnittelun ohjaustomien ja tarvittavien kaavamääräysten määrittäminen</p> <p><u>Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävä:</u></p> <p>✓ Tulvariskialueiden selvittäminen</p> <p>✓ Hulevesille altistuvien pienvesien kunnostustarpeen tutkiminen</p>	<p>TIEN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Tien liikimääräisen sijainnin ja tilantarpeen määrittäminen</p> <p>✓ Teknisten ja liikenteellisten periaateratkaisuiden määrittäminen</p> <p>✓ Tieympäristön maisemoinnin ja viheralueiden periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Ympäristöhaittojen torjumisen periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Vaikutusten arviointi</p> <p>✓ Kustannusarvion laadinta</p> <p>✓ Rakentamisen tavoitteellisen ajoituksen ja rakentamisen vaiheisuuden määrittäminen</p> <p><u>Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävä:</u></p> <p>✓ Tiehankkeen ympäristövaikutusten arviointi (YVA)</p>	<p>KADUN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Katujen ja kevyen liikenteen väylien alustavien linjojen, tasausten ja poikkileikkauksen periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Liikennejärjestelyjen ja kadun mitoitusperiaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Liittymäperiaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Tilatarpeiden ja –varauksen määrittäminen</p> <p>✓ Pintamateriaalien ja kasvillisuuden periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Kustannusarvion laadinta</p> <p><u>Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävä:</u></p> <p>✓ Pysäköintijärjestelyjen periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Linja-autopysäkkien ja mahdollisen raitiotievarauksen määrittäminen</p> <p>✓ Ali- ja ylikulkupaikkojen sekä mahdollisten sillapaikkojen määrittäminen</p> <p>✓ Pohjavahvistustarpeen määrittäminen</p>	<p>MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Kunnan ylijäämämassojen sijoituspaikkojen nykytilan selvittäminen ja uusien alueiden tarpeellisuuden arviointi</p> <p>✓ Kunnan uusien ylijäämämassojen käsittely- sekä varastointi alueiden käyttötarkoitusten ja aluevarauksen osoittaminen kaavamääräyksin</p> <p>✓ Kunnan nykyisten maa-ainesottoalueiden nykytilan selvittäminen ja uusien alueiden tarpeellisuuden arviointi.</p> <p>✓ Kunnan uusien maa-ainesottoalueiden käyttötarkoitusten ja aluevarauksen osoittaminen kaavamääräyksin</p>
---	---	--	--	---	--

ASEMAKAAVA

<p>GEOTEKNINEN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Kaava-alueen korkeustasojen määrittäminen pohjarakentamisen ja massatalouden näkökulmasta yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa</p> <p>✓ Alueellisen pohjanvahvistustarpeen ja ympäristövaurioiden kunnostustarpeen sekä toimenpiteiden kustannusten, aikataulun yms. tekijöiden selvittäminen</p> <p>✓ Rakennusten ja rakenteiden pohjarakennusvaihtoehtojen sekä –kustannusten selvittäminen</p> <p>✓ Rakentamisalueiden raadonkriittisyyden selvittäminen</p> <p>✓ Suunniteltavien maanalaisten tilojen sijainnin, koon ja käyttötarkoituksen selvittäminen</p>	<p>VESIHUOLLON SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA</p> <p><u>Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:</u></p> <p>✓ Aiemmissa kaavavaiheissa esitettävien vesihuoltoratkaisujen ja –selvitysten sekä lähtötietojen tarkastaminen, tarkentaminen ja tarvittaessa korjaaminen muun muassa maaperän, tilavarauksen, sijoittelun, korkeusaseman, ennusteiden, mitoitus- ja kustannusten osalta.</p> <p>✓ Olemassa olevien rakenteiden sijainnin, kunnan ja kapasiteetin tarkempi selvittäminen</p> <p>✓ Kaava-alueen mitoituksen viimeistely tontti- ja korttelikohtaisesti</p> <p>✓ Verkostojen suunnittelu tonttikohtaisesti rakennuskustannusten minimoimiseksi ja tarvittaessa kaavamääräysten määräysten määrittäminen</p> <p>✓ Vesihuoltoverkostojen ja –rakenteiden rakentamisjärjestyksen selvittäminen ja sovittaminen muun kaava-alueen rakentamisen kanssa</p> <p>✓ Kartta-aineistopohjaisen suunnitelman, selvityksen ja tarvittavien piirustusten sekä kustannusarvion laatiminen</p> <p><u>Vedenhankintasuunnitelman yhtevedessä tehtävä:</u></p> <p>✓ Vesihuoltolaitteiden vaatimien suoju-alueiden ja tarvittavien kaavarasiitteiden selvittäminen</p> <p>✓ Kaava-alueen alimman ja ylimmän mitoituspainetason määrittäminen</p> <p>✓ Vesisäiliöiden tarkempi mitoittaminen ja vesitilavuuksien sekä vesipintojen korkeustasojen määrittäminen</p> <p>✓ Laitos ja johto-osittain eriteltyyn kustannusarvion ja kaavan rakentamisjärjestyksen mukaisen rakentamisaikataulun laadinta</p> <p><u>Viemäröintisuunnitelman yhtevedessä tehtävä:</u></p> <p>✓ Viemäröintisuunnittelun yhteensopiminen teknisen huollon verkkojen ja katusuunnittelun kanssa</p> <p>✓ Viemäreiden korkeusasemien määrittäminen katusuunnittelun vaatimilla tarkkuudella</p>	<p>HULEVESIEN HALLINNAN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Hulevesien hallintamenetelmien ja toimenpiteiden määrittäminen</p> <p>✓ Hulevesien hallintamenetelmien rakenteellisten ratkaisujen suunnittelu ja mitoittaminen</p> <p>✓ Hulevesijärjestelmien ja hallintamenetelmien sijainnin sekä aluevarauksen määrittäminen</p> <p>✓ Valuma-aluekähtäinen tulvareittitarkastelu ja –suunnittelu sekä tulvareittikartan laadinta.</p> <p>✓ Hulevesien hallintaan liittyvien yleisten ja tonttikohtaisten kaavamääräysten, –merkinöjen sekä –ohjeiden määrittäminen</p>	<p>TIEN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Tien tarka sijainnin ja tilantarpeen määrittäminen</p> <p>✓ Tieteknisten ja liikenteellisten periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Tieympäristön maisemoinnin ja viheralueiden periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Ympäristöhaittojen torjumisen periaatteiden määrittäminen</p> <p>✓ Vaikutusten arviointi</p> <p>✓ Kustannusarvion laadinta ja kustannusten jaottelu</p> <p>✓ Rakentamisen tavoitteellisen aikataulun ja rakentamisaikavaiheiden määrittäminen</p>	<p>KADUN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Kadun liikennejärjestelyjen määrittäminen</p> <p>✓ Katualueen kuivatuksen ja sadevesien johtamisen määrittäminen</p> <p>✓ Kadun korkeusaseman määrittäminen</p> <p>✓ Katualueen päällysmateriaalien määrittäminen</p> <p>✓ Katualueen istutusten määrittäminen</p> <p>✓ Kadun pysyväisluonteisten rakennelmien ja laitteiden määrittäminen</p> <p><u>Lisäksi asemakaavatasolla tarvittaessa tehtävä:</u></p> <p>✓ Katualueen eri käyttötarkoitusten määrittäminen</p> <p>✓ Kadun ja sen ympäristön yhteensopivuuden esittäminen</p> <p>✓ Kadun ympäristökuulisten vaikutusten selvittäminen</p>	<p>MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHEESSA</p> <p>✓ Kaava-alueen kortteleiden ja muiden yleisten alueiden korkeustasojen ja massamäärien selvittäminen</p> <p>✓ Ylijäämämassoille soveltuvien sijoituspaikkojen selvittäminen</p> <p>✓ Ylijäämämassojen sijoituspaikkojen käyttötarkoitusten, pinta-alojen, tilavarauksen sekä sijaintien määrittäminen</p> <p>✓ Aluerakentamisen täyttötarpeiden ja massojen välivarastointipaikkojen selvittäminen</p> <p>✓ Kaava-alueen rakentamisen ja tonttien luovuuden vaiheistamisen suunnittelu massojen hallinnan näkökulmasta</p> <p>✓ Massojen hallintaan liittyvien ja rakentamista ohjaavien kaavamääräysten ja –ohjeiden määrittäminen.</p>
--	--	--	--	--	--

MAAKUNTAKAAVA

LÄHTÖTIETOMALLIN SISÄLTÖ MAAKUNTAKAAVAVAIHEESSA	
Maastomallineisto ✓ Karkea maastomalli	Formaatti *) Inframodel
Maaperämallineisto ✓ Maa- ja kallioperäkartta ✓ Maaperä- ja pohjatutkimukset	Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG, Infra-pohjatutkimus-formaatti
Rakenteet ja järjestelmät ✓ Maakunnallisesti ja seudullisesti merkittävät johdot, laitteet sekä niihin liittyvät rakenteet ✓ Maakunnallisesti ja seudullisesti merkittävien liikenneväylien linjaukset ja alueet	Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG
Kartta- ja paikkatietoineistot ✓ Maakunnalliset ja seudulliset paikkatietoineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet (seudulliset läjitys- ja maanottoalueet sekä erilaiset suojaluueet ja vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa	Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG, SHP, MapInfo
Viiteaineistot ✓ Hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset ja lupa-asikirjat	Formaatti *) DWG, DOCX, XLSX, PDF
*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden nativiformaatissa	

YLEISKAAVA

LÄHTÖTIETOMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA	VÄYLÄMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA	GEOTEKNIIKAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA	VESIHUOLLON INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA	HULEVESIEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA	MASSOJEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHEESSA
Maastomallineisto ✓ Yleispiirteinen maastomalli	Kaava-alueen kaikkien väylien osalta esitettävä: ✓ Vaaka- ja pystygeometrit (Inframodel) ✓ Ylin yhdistelmäpinta (Inframodel) ✓ Alin yhdistelmäpinta (Inframodel) ✓ Meluvallit ja merkittävät maastonmuutollut (Inframodel) ✓ Vaihtoehtoisten ja lopullisten linjausten mallit (Inframodel) Lisäksi yleiskaavavaiheen inframalli sisältää tarvittaessa: ✓ Ajaradan reuna- ja reunakiviinjat (Inframodel) ✓ Päälystekerroksen alapinnan (Inframodel)	✓ Merkittävät perustus- ja pohjanvahvistustoimenpiteet, kuten <ul style="list-style-type: none">laaja-alaiset massanvaihdot (3D-DWG)paalukentät- ja laatat (3D-DWG)stabilointikentät (3D-DWG)	✓ Kustannusten kannalta merkittävät vesi- ja viemäriverkoston pää- ja runkolinjat sekä niiden siirrot (3D-DWG)	✓ Kaava-alueen hulevesien valuma-alueet ja –reitit (3D-DWG) ✓ Kaava-alueen tulva- ja ylivuotareitit (3D-DWG) ✓ Hulevesijärjestelmän merkittävimmät osat (2D-DWG tai Inframodel) ✓ Alueellisten hallintamenetelmien aluevaraukset (3D-DWG)	✓ Kaava-alueen uusien käsittely- ja varastointialueiden sekä maa-ainesottoalueiden karkeat aluevaraukset (3D-DWG)
Maaperämallineisto ✓ Yleispiirteinen maaperämalli, joka sisältää kaava-alueen kriittisten pehmeikkö- ja leikkausalueiden: <ul style="list-style-type: none">avokallio- ja kalliopintamallitmaalajikerrosten pinnatpohjaveden pintamalli, mikäli sen korkeudesta on riittävästi tietoa ✓ Yleispiirteiset pohjatutkimukset					
Rakenteet ja järjestelmät ✓ Kaava-alueella sijaitsevat merkittävät rakennukset, rakenteet, johdot ja laitteet, joiden siirtämisestä, purkamisesta aiheutuu merkittäviä kustannuksia tai joihin liittyy olennaisesti rakentamiseen liittyviä erityisehtoja					
Kartta- ja paikkatietoineistot ✓ Paikkatietoineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Kiinteistörajat, maanomistustiedot ✓ Pilaantuneiden maa-alueiden rajaukset ✓ Nykyinen liikenneverkko ja sitä koskevat tiedot ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet (tie-, katu- ja rata-alueen rajat, läjitys- ja maanottoalueet, suojaluueet ja – vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa					
Kartta- ja paikkatietoineistot ✓ Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset, lupa-asikirjat, jne.					
*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden nativiformaatissa					

ASEMAKAAVA

LÄHTÖTIETOMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA	VÄYLÄMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA	GEOTEKNIIKAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA	VESIHUOLLON INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA	HULEVESIEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA	MASSOJEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHEESSA
Maastomallineisto ✓ Maastomalli	Kaava-alueen kaikkien väylien osalta esitettävä: ✓ Kaikki geometrialinjat (Inframodel) ✓ Ylin yhdistelmäpinta (Inframodel) ✓ Alin yhdistelmäpinta (Inframodel) ✓ Meluvallit ja maastonmuutollut (Inframodel) ✓ Pintamaanpoistopinta (Inframodel) Lisäksi merkittävämpien väylien osalta esitettävä: ✓ Päälystekerroksen alapinta (Inframodel) ✓ Rakennakerrosten pinnat (Inframodel) Lisäksi asemakaavavaiheen inframalli sisältää tarvittaessa: ✓ Näkemä- ja raivausleikkausten aluerajaukset (3D-DWG)	✓ Merkittävät massanvaihdot (3D-DWG) ✓ Yli- ja vastopenkereet (3D-DWG) ✓ Kevennysrakenteet (3D-DWG) ✓ Syvä- ja massastabilointien sekä paalulaattojen tavoitetasot (3D-DWG) ✓ Paalulaatat (3D-DWG) ✓ Tukiseinärakenteet ja –elementit (3D-DWG) ✓ Paalulaattojen paalut ja paalukentät (2D- tai 3D-DWG) ✓ Stabiloitinkentät (2D- tai 3D-DWG) ✓ Massastabiloinnit (2D- tai 3D-DWG) ✓ Syvätiivistykset (2D- tai 3D-DWG)	✓ Vesi- ja jätevesiviemärit kaivoinen (Inframodel) ✓ Uudet ja olemassa olevat kaukolämpö- ja maakaasujohdot (Inframodel) ✓ Siirrettävät tai suojattavat uudet ja olemassa olevat ilmajohdot ja maakaapelit (3D-DWG) ✓ Kaikki veshuollon suunnitteluun vaikuttavat merkittävät rakenteet, kuten kaapelikaivot, muuntamot ja pumppaamot (3D-DWG)	✓ Hulevesijärjestelmän viemärit, rummut sekä kaivot (Inframodel) ✓ Hulevesien hallintamenetelmien, kuten esimerkiksi selkeytys- ja viivytysaltaiden sekä laskuajien tlla- ja aluevaraukset (Inframodel) ✓ Suojattavat pohjavesialueet, suojausrakenteet ja niiden aluerajaukset (Inframodel) ✓ Hulevesijärjestelmän pumppaamot (3D-DWG) ✓ Laskuajien pysty- ja vaakageometrit (Inframodel) ✓ Hulevesien valuma-alueet, valumareitit- ja suunnat (3D-DWG)	✓ Kortteli- ja muiden yleisten alueiden yleistasaus (Inframodel) ✓ Yleistasauksen täyttö- ja leikkausalueet (Inframodel) ✓ Melu- ja näkösuojat sekä läjitysalueiden ja täyttämäkien maastonmuutollut (Inframodel)
Maaperämallineisto ✓ Maaperämalli <ul style="list-style-type: none">avokallio- ja kalliopintamallipohjanvahvistuskohteiden maalajikerrosten pinnatpohjaveden pintamalli, mikäli sen korkeudesta on riittävästi tietoaolemassa olevat pohjanvahvistukset, mikäli niistä on riittävästi tietoa ✓ Pohjatutkimukset					
Rakenteet ja järjestelmät ✓ Nykyiset rakennukset ja rakenteet ✓ Olemassa olevat johdot ja laitteet ✓ Nykyiset sillat ja taitorakenteet ✓ Väyriä- ja ratarakenteet sekä niiden geometrit ✓ Nykyinen valaistus ja liikenteenohjaus					
Kartta- ja paikkatietoineistot ✓ Paikkatietoineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Nykyinen liikenneverkko ja sitä koskevat tiedot ✓ Pilaantuneiden maa-alueiden rajaukset ✓ Kiinteistörajat, maanomistustiedot ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet (tie-, katu- ja rata-alueen rajat, läjitys- ja maanottoalueet, suojaluueet ja – vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa					
Kartta- ja paikkatietoineistot ✓ Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset, lupa-asikirjat, jne.					
*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden nativiformaatissa					

MAAKUNTAKAAVA

<div><div>LÄHTÖTIETOMALLIN SISÄLTÖ MAAKUNTAKAAVAVAIHESSA</div><div><div><div><div>Maastomallineisto</div><div>✓ Kaarkea maastomalli</div><div>Formaatti *) Infra-model</div></div><div><div>Maaperämallineisto</div><div>✓ Mao- ja kalliopeärakartta ✓ Pohjatutkimukset</div><div>Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG, Infra-pohjatutkimus-formaatti</div></div><div><div>Rakenteet ja läriestelmät</div><div>✓ Maakunnallisesti ja seudullisesti merkittävät johdot, laitteet sekä niihin liittyvät rakenteet ✓ Maakunnallisesti ja seudullisesti merkittävien liikenneväylien linjaukset ja alueet</div><div>Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG</div></div><div><div>Karto- ja paikkatietoineistot</div><div>✓ Maakunnalliset ja seudulliset paikkatietoineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöalueudet (seudulliset läjitys- ja maanottoalueet sekä erilaiset suoj-alueet ja vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa</div><div>Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG, SHP, Mapinfo</div></div><div><div>Viereaineistot</div><div>✓ Hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset ja lupa-asiakirjat</div><div>Formaatti *) DWG, DOCX, XLSX, PDF</div></div><div>*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden nativiformaattissa</div></div></div><div><div>GEOTEKNINEN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Maaperän- ja kalliopeärän yleispiirteinen selvittäminen kalla- ja maaperäkertyöjen sekä olemassa olevien pohjatutkimusten perusteella</div><div>✓ Geoteknisten riskialueiden selvittäminen seudullisella tasolla</div><div>✓ Mao- ja kalliopeäräolosuhteitaan huomaati rakentamiseen soveltuvien ja vaikkeasti rakennettavien alueiden yleispiirteinen selvittäminen</div><div>✓ Maanalaisten rakentamiseen soveltuvien alueiden kartoittaminen yleisellä tasolla</div><div>✓ Mao- ja kalliorakentamisen ympäristövaikutusten kartoittaminen seudullisella tasolla</div><div>✓ Geologisesti arvokkaiden luonnonsuojelualueiden selvittäminen</div><div>✓ Seudullisesti merkittävien pohjaviesialueiden kartoittaminen, suojelu ja käyttömahdollisuuksien säilyttäminen vedenhankinnassa.</div><div>✓ Ympäristövaurioiden kartoitus sekä luonnonsuojelun palauttamisen arviointi seudullisella tasolla</div></div></div><div><div>VESIHUOLLON SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHESSA</div><div><div><u>Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:</u> ✓ Kaavassa esitettöjen kohteiden ja alueiden vesihuollon toteutettavuuden selvittäminen</div><div>✓ Maakunnan alueelle vesistöaluetta heijastuvien vaikutuksien selvittäminen</div><div>✓ Kuntien mahdollisen yhteistyön edellytysten ja tarpeiden selvittäminen vedenhankintaan ja viemärdintiin liittyen</div><div>✓ Tarvittaessa vesiensuojelua koskevan selvityksen laadinta</div><div><u>Vedenhankintasuunnitelman yhteydessä tehtävi:</u> ✓ Veden nykyisen käytön ja käyttönnusteen selvittäminen kulutusmuodoittain</div><div>✓ Nykyisten ja tulevien vedenkäyttöpisteiden sijaintien selvittäminen</div><div>✓ Kaava-alueen topografian ja maaperän selvittäminen yleisellä tasolla maa- ja kalliopeärakertyöjen avulla</div><div>✓ Raakaveden- ja pohjaviesialueiden sekä pääjohojten sijoituksen määrittäminen</div><div>✓ Vedenhankinta- ja puhdistuslaitosten tehojen ja rakentamisen ajoituksen alustava määrittäminen</div><div>✓ Pääpiirteittäinen suunnitelma ja kustannusarvio kunkin vedenkäyttöalueen vedensaannin järjestämisestä</div><div>✓ Kriisiajan vedenjakelun turvaamisen järjestäminen</div><div><u>Viemärdintasuunnitelman yhteydessä tehtävi:</u> ✓ Seudullisesti merkittävien nykyisten pääviemärien ja niiden laajuuden, puhdistamojen ja pumppumoiden selvittäminen</div><div>✓ Tärkeimpien käytössä olevien jätevesien purkualueiden selvittäminen</div><div>✓ Seudullista merkitystä omaavien pääviemäreiden, pumppumoiden ja puhdistamojen sijainnin, vaihtoehtojen sekä mitoituksen määrittäminen</div><div>✓ Tärkeimpien purkujärjestelyvaihtoehtojen selvittäminen ja niiden vertailu</div><div>✓ Viemärdintavaihtoehtojen tekninen, taloudellinen ja ympäristösuojellinen vertailu</div><div>✓ Edullisimman vaihtoehdon toteuttamis- ja rahoitusohjelman laadinta.</div></div></div><div><div>HULEVESIEN HALLINAN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Hulevesien ja niiden vaikutuksien selvittäminen yleisellä tasolla</div></div></div><div><div>TIEN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Liikenneväylyä ja liikennettä koskevien valtakunnallisten alueidenkäyttövaihtoeiden huomioon ottaminen</div><div>✓ Tiehakeen tavoitteiden, tarpeen ja ajoituksen selvittäminen</div><div>✓ Kaikkien toteutuskepoisten vaihtoehtojen selvittäminen</div><div>✓ Vaihtoehtojen vaikutusten alustava arvioiminen</div><div>✓ Vaihtoehtojen kustannusnustneiden ja –arvioiden laadinta</div></div></div><div><div>MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU MAAKUNTAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Seudullisten ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueiden selvittäminen</div><div>✓ Seudullisten uusien ylijäämämassojen käsittely- ja varastointialueiden aluevarauksen osoittaminen kaavamääräyksin</div></div></div></div>
--

YLEISKAAVA

<div><div>LÄHTÖTIETOMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div><div>Maastomallineisto</div><div>✓ Yleispiirteinen maastomalli</div><div>Formaatti *) Infra-model</div></div><div><div>Maaperämallineisto</div><div>✓ Yleispiirteinen maaperämalli, joka sisältää kaava-alueen kriittisten pehmeä- ja leikkosuualueiden:<ul style="list-style-type: none">avakallio- ja kallio pintamallitmaajalkikerrosten pinnatpohjaveden pintamalli, mikäli sen korkeudesta on riittävästi tietoa</div><div>Formaatti *) Infra-model, 3D-DWG, Infra-pohjatutkimus-formaatti</div></div><div><div>Rakenteet ja läriestelmät</div><div>✓ Kaava-alueella sijaitsevat merkittävät rakennukset, rakenteet, johdot ja laitteet, joiden sirtämisestä, purkamisesta aiheutuu merkittäviä kustannuksia tai joihin liittyy olennaisesti rakentamiseen liittyviä erityisheitä</div><div>Formaatti *) Infra-model, IFC, 3D-DWG</div></div><div><div>Karto- ja paikkatietoineistot</div><div>✓ Paikkatietoineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Kiinteistörajat, maanomistustiedot ✓ Pilaantumien maa-alueiden rajaukset ✓ Nykyinen liikenneverkio ja sitä koskevat tiedot ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöalueudet (tie-, katu- ja rata-alueen rajat, läjitys- ja maanottoalueet, suoj-alueet ja –vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa</div><div>Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG, paikkatietotar-maatit (SHP, Mapinfo)</div></div><div><div>Karto- ja paikkatietoineistot</div><div>✓ Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset, lupa-asiakirjat, jne.</div><div>Formaatti *) DWG, DOCX, XLSX, PDF</div></div><div>*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden nativiformaattissa</div></div></div>	<div><div>GEOTEKNINEN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Mao- ja kalliopeäräolosuhteiden selvittäminen</div><div>✓ Geoteknisten riskialueiden selvittäminen</div><div>✓ Maaperäolosuhteitaon vaikeiden kartoittaminen</div><div>✓ Pohjaviesien alueiden kartoittaminen, suojelu sekä käyttömahdollisuuksien säilyttäminen vedenhankinnassa</div><div>✓ Geologisesti arvokkaiden luonnonkohteiden kartoitus</div><div>✓ Ympäristövaurioiden kartoitus sekä luonnonsuojelun palauttamisen arviointi</div><div>✓ Mao- ja kalliomassojen hallinnan ohjaus</div><div>✓ Mao- ja kalliorakentamisen ympäristövaikutusten selvittäminen</div><div>✓ Teiden, katuojen ja muiden väylien sekä teknisen huollon verkostojen pohjarakennusvaihtoehtojen kustannusten selvittäminen</div><div>✓ Maanalaisten rakentamisen edistämisen</div><div><u>Lisäksi osayleiskaavatasolla tehtävä:</u> ✓ Nykyisien rakennusten ja rakenteiden pohjarakenteita rakentamalle aiheutuvan haittojen sekä esteiden selvittäminen</div><div>✓ Ympäristövaurioiden asettamien reunoehtojen ja kunnostusmahdollisuuksien selvittäminen</div><div>✓ Vaihtoehtoisten kunnostusratkaisuiden selvittäminen yhteistyössä kunnallistekniikan suunnittelijan kanssa</div><div>✓ Alueellisen pohjarakennusstarpeen selvittäminen</div><div>✓ Ylijäämämassojen minimointi pohjarakentamisen näkökulmasta</div><div>✓ Tarvittavien pohjarakennusstarpeiden ja niiden kustannusten alustava selvittäminen</div><div>✓ Kalliorakentamiselle soveltuvien paikkojen osoittaminen sekä mahdollistaminen myös tulevaisuudessa.</div><div>✓ Mao- ja kalliorakentamisen näkökulmasta rakentamisyhteykseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen.</div></div></div> <div><div>VESIHUOLLON SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div><u>Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:</u> ✓ Maakuntavaiheen vesihuoltosuunnitelman esitettöjen ratkaisuiden tarkentaminen kunnan vesihuollon osalta</div><div>✓ Kaava-alueen vesihuollon lähtötilanteen, tulevan vedenkäytön ja viemäriesien ennusteen, raakavesilähteiden, vesivarjojen, purkavesistöjen, purkupaikkojen selvittäminen</div><div>✓ Valtuma-aluekohtaisten hallintamenetelmien ja aluevarauksen määrittäminen</div><div>✓ Koko kunnan vesihuollon ratkaisuperiaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Määrittää riittävän ja laadukkaan käyttöveden saannin turvaaminen</div><div>✓ Jätevesien johtamisen ja käsittelyn sekä vesiensuojelutoimintojen ratkaisumisen</div><div>✓ Kaava-alueen vesihuoltajärjestelmän alustava suunnittelu</div><div>✓ Kustannusten selvittäminen ja vertailu</div><div><u>Vedenhankintasuunnitelman yhteydessä tehtävi:</u> ✓ Vesilaitoksen suunnittelun kehittämisalueen ja toiminta-alueiden määrittäminen</div><div>✓ Vedenkäsitteilylaitoksen, vesistöäiden, yms. vedenhankintaan liittyvien rakenteiden alustavien tilaovaruusten määrittäminen</div><div>✓ Raakaveden hankinnan ja vesilähteiden suojeluvaatimusten selvittäminen</div><div>✓ Alustavien ajoitus- ja kustannusarvioiden laadinta</div><div>✓ Vesiverkostojen yleistasoinen suunnittelu ja kehittämisarpeiden määrittäminen</div><div><u>Viemärdintasuunnitelman yhteydessä tehtävi:</u> ✓ Viemärlaitoksen suunnittelun kehittämisalueen ja toiminta-alueiden määrittäminen</div><div>✓ Viemäriesien käsittelyn ja purkupaikkojen määrittäminen</div><div>✓ Viemärlaitoksen, yms. viemärdintiin liittyvien rakenteiden alustavien tilaovaruusten määrittäminen</div><div>✓ Alustavien ajoitus- ja kustannusarvioiden laadinta</div><div>✓ Nykyisten pääviemärikeroston nykyisjainnin ja kapasiteetin selvittäminen</div><div>✓ Pääviemärikeroston linjojen alustava suunnittelu</div></div></div> <div><div>HULEVESIEN HALLINNAN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Hulevesien hallinnan periaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Hulevesien tulva- ja ylivuotareittien selvittäminen</div><div>✓ Vesistöjen, hulevesien valuma-alueiden ja –reitien sekä pohjaviesien muodostumisalueiden selvittäminen</div><div>✓ Valtuma-aluekohtaisten hallintamenetelmien ja aluevarauksen määrittäminen</div><div>✓ Tarkemman suunnittelun ohjaustaimien ja tarvittavien kaavamääräysten määrittäminen</div><div><u>Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävi:</u> ✓ Tulvariskialueiden selvittäminen</div><div>✓ Hulevesille altistuvien pienvesien kunnostustarpeen tutkiminen</div></div></div> <div><div>HULEVESIEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Kaava-alueen hulevesien valuma-alueet ja –reitit (3D-DWG)</div><div>✓ Kaava-alueen tulva- ja ylivuotareitit (3D-DWG)</div><div>✓ Hulevesijärjestelmän merkittävimmät osat (2D-DWG tai Infra-model)</div><div>✓ Alueellisten hallintamenetelmien aluevaraukset (3D-DWG)</div></div></div> <div><div>TIEN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Tien liikemääräisen sijainnin ja tilantapen määrittäminen</div><div>✓ Teknisten ja liikeenteellisten periaateratkaisuiden määrittäminen</div><div>✓ Tieympäristön maisemoinnin ja viheralueiden periaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Ympäristöhaittojen torjunnan periaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Valiutusten arviointi</div><div>✓ Kustannusarvion laadinta</div><div>✓ Rakentamisen tavoitteellisen ajoituksen ja rakentamisen vaiheisuuden määrittäminen</div><div><u>Lisäksi yleiskaavatasolla tarvittaessa tehtävi:</u> ✓ Tiehakeen ympäristövaikutusten arviointi (YVA)</div></div></div> <div><div>MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Kunnan ylijäämämassojen sijoituspaikkojen nykytilan selvittäminen ja uusien alueiden tarpeellisuuden arviointi</div><div>✓ Kunnan uusien ylijäämämassojen käsittely- sekä varastointi alueiden käyttötarvoktusten ja aluevarauksen osoittaminen kaavamääräyksin</div><div>✓ Kunnan nykyisten maa-ainesotatouluiden nykytilan selvittäminen ja uusien alueiden tarpeellisuuden arviointi.</div><div>✓ Kunnan uusien maa-ainesotatouluiden käyttötarvoktusten ja aluevarauksen osoittaminen kaavamääräyksin</div></div></div> <div><div>MASSOJEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ YLEISKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Kaava-alueen uusien käsittely- ja varastointialueiden sekä maa-ainesotatouluiden karkeat aluevaraukset (3D-DWG)</div></div></div>
---	---

ASEMAKAAVA

<div><div>LÄHTÖTIETOMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div><div>Maastomallineisto</div><div>✓ Maastomalli</div><div>Formaatti *) Infra-model</div></div><div><div>Maaperämallineisto</div><div>✓ Maaperämalli<ul style="list-style-type: none">avakallio- ja kallio pintamallipohjanvahvistuskohteiden maajalkikerrosten pinnatpohjaveden pintamalli, mikäli sen korkeudesta on riittävästi tietoaolemassa olevat pohjanvahvistukset, mikäli niistä on riittävästi tietoa</div><div>Formaatti *) Infra-model, 3D-DWG, Infra-pohjatutkimus-formaatti</div></div><div><div>Rakenteet ja läriestelmät</div><div>✓ Nykyiset rakennukset ja rakenteet ✓ Olemassa olevat johdot ja laitteet ✓ Nykyiset sillat ja muut tilarakenteet ✓ Väyly- ja rata rakenteet sekä niiden geometriat ✓ Nykyinen valaistus ja liikenteenohjaus</div><div>Formaatti *) Infra-model, IFC, 3D-DWG</div></div><div><div>Karto- ja paikkatietoineistot</div><div>✓ Paikkatietoineistot (suojelualueet, ympäristö, kaava-aineistot, jne.) ✓ Nykyinen liikenneverkio ja sitä koskevat tiedot ✓ Pilaantumien maa-alueiden rajaukset ✓ Kiinteistörajat, maanomistustiedot ✓ Toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöalueudet (tie-, katu- ja rata-alueen rajat, läjitys- ja maanottoalueet, suoj-alueet ja –vyöhykkeet jne.) ✓ Suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto paikkatietomuodossa</div><div>Formaatti *) 2D- tai 3D-DWG, paikkatietotar-maatit (SHP, Mapinfo)</div></div><div><div>Karto- ja paikkatietoineistot</div><div>✓ Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat, selvitykset, lupa-asiakirjat, jne.</div><div>Formaatti *) DWG, DOCX, XLSX, PDF</div></div><div>*) Kaikki aineistot luovutetaan myös niiden nativiformaattissa</div></div></div>	<div><div>GEOTEKNINEN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Kaava-alueen korkeustasojen määrittäminen pohjanrakentamisen ja maastotouluuden näkökulmasta yhdistyessä muiden suunnittelijoiden kanssa</div><div>✓ Alueellisen pohjanvahvistustarpeen ja ympäristövaurioiden kunnostustarpeen sekä toimenpiteiden kustannusten, aikataulun yms. tekijöiden selvittäminen</div><div>✓ Rakennusten ja rakenteiden pohjarakennusvaihtoehtojen sekä –kustannusten selvittäminen</div><div>✓ Rakentamisalueiden raadonkriittisyyden selvittäminen</div><div>✓ Suunnitteluvien maanalaisten tilojen sijainnin, koon ja käyttötarvoktusten selvittäminen</div></div></div> <div><div>GEOTEKNIKAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Merkittävät massanvaihdot (3D-DWG)</div><div>✓ Yli- ja vastapenkereet (3D-DWG)</div><div>✓ Kevenysrakenteet (3D-DWG)</div><div>✓ Syvä- ja massastabiilointien sekä paalulatojen tavoitteet (3D-DWG)</div><div>✓ Paalulatat (3D-DWG)</div><div>✓ Tukiseinärakenteet ja –elementit (3D-DWG)</div><div>✓ Paalulatojen paulat ja paalukentät (2D- tai 3D-DWG)</div><div>✓ Stabiilointikentät (2D- tai 3D-DWG)</div><div>✓ Massastabiilointi (2D- tai 3D-DWG)</div><div>✓ Syvätiliivitykset (2D- tai 3D-DWG)</div></div></div> <div><div>VESIHUOLLON SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div><u>Vesihuoltosuunnitelman yleiset tehtävät:</u> ✓ Alueenissa kaavavaiheissa esitettöjen vesihuoltaratkaisujen ja -selvitysten sekä lähtötietojen tarkastaminen, tarkentaminen ja tarvittaessa korjaaminen muun muassa maaperän, tilaovaruusten, sijoittelun, korkeusaseman, ennusteiden, mitoitusten sekä kustannusten osalta</div><div>✓ Olemassa olevien rakenteiden sijainnin, kunnan ja kapasiteetin tarkempi selvittäminen</div><div>✓ Kaava-alueen mitoituksen viimeistely tontti- ja korttelikohtaisesti</div><div>✓ Verkostojen suunnittelu tonttikohtaisesti rakennuskustannusten minimoimiseksi ja tarvittaessa kaavamääräysten määräysten määrittäminen</div><div>✓ Vesihuoltoverkostojen ja –rakenteiden rakentamisyhteyksien selvittäminen ja sovitaminen muun kaava-alueen rakentamisen kanssa</div><div>✓ Kaava-alueen alimman ja ylimmän mitoituspainotusten määrittäminen</div><div>✓ Vesistöäiden tarkempi mitoitaminen ja vesitilavuuksien sekä vesipintojen korkeustasojen määrittäminen</div><div>✓ Laitos ja johto-osittain eritellyn kustannusarvion ja kaavan rakentamisyhteyksien mukaisen rakentamisaikataulun laadinta</div><div><u>Viemärdintasuunnitelman yhteydessä tehtävi:</u> ✓ Viemärdintasuunnitelman yhteensovittaminen teknisen huollon verkkojen ja katusuunnittelun kanssa</div><div>✓ Viemäreiden korkeusasemien määrittäminen katusuunnittelun vaatimalla tarkuudella</div></div></div> <div><div>HULEVESIEN HALLINNAN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Hulevesien hallintamenetelmien ja toimenpiteiden määrittäminen</div><div>✓ Hulevesien hallintamenetelmien rakenteellisten ratkaisujen suunnittelu ja mitoitaminen</div><div>✓ Hulevesijärjestelmien ja hallintamenetelmien sijainnin sekä aluevarauksen määrittäminen</div><div>✓ Valtuma-alueellahojien tulvareittitarkastelu ja –suunnittelu sekä tulvariekkartan laadinta.</div><div>✓ Hulevesien hallintaan liittyvien yleisten ja tonttikohtaisten kaavamääräysten, –merkintöjen sekä –ohjeiden määrittäminen</div></div></div> <div><div>HULEVESIEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Hulevesijärjestelmän viemärit, rummut sekä kaivot (Infra-model)</div><div>✓ Hulevesien hallintamenetelmien, kuten esimerkiksi selkeytys- ja viivytyslaitosten sekä lasuajien tlla- ja aluevaraukset (Infra-model)</div><div>✓ Suojattavat pohjaviesialueet, suojasrakenteet ja niiden aluearjaukset (Infra-model)</div><div>✓ Hulevesijärjestelmän pumpupaamat (3D-DWG)</div><div>✓ Lasuajien pysty- ja vaakageometrit (Infra-model)</div><div>✓ Hulevesien valuma-alueet, valumareitit- ja suunnat (3D-DWG)</div></div></div> <div><div>TIEN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Tien tarkan sijainnin ja tilantarpeen määrittäminen</div><div>✓ Tietekniisten ja liikeenteellisten periaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Tieympäristön maisemoinnin ja viheralueiden periaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Ympäristöhaittojen torjunnan periaatteiden määrittäminen</div><div>✓ Valiutusten arviointi</div><div>✓ Kustannusarvion laadinta ja kustannusten iaoittelu</div><div>✓ Rakentamisen tavoitteellisen aikataulun ja rakentamisvaiheiden määrittäminen</div><div><u>Lisäksi asemakaavavaiheen inframalli sisältää tarvittaessa:</u> ✓ Näkömä- ja raivausleikkauksen aluearjaukset (3D-DWG)</div></div></div> <div><div>MASSOJEN HALLINNAN SUUNNITTELU ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Kaava-alueen kortteiden ja muiden yleisten alueiden korkeustasojen ja massamärien selvittäminen</div><div>✓ Ylijäämämassoille soveltuvien sijoituspaikkojen selvittäminen</div><div>✓ Ylijäämämassojen sijoituspaikkojen käyttötarvoktusten, pinta-alojen, tilaovaruusten sekä sijaintien määrittäminen</div><div>✓ Aluerakentamisen täyttöstarpeiden ja massojen väliarastointipaikkojen selvittäminen</div><div>✓ Kaava-alueen rakentamisen ja tonttien luovutuksen vaiheistamisen suunnittelu massojen hallinnan näkökulmasta</div><div>✓ Massojen hallintaan liittyvien ja rakentamista ohjaavien kaavamääräysten ja –ohjeiden määrittäminen.</div></div></div> <div><div>MASSOJEN HALLINNAN INFRAMALLIN SISÄLTÖ ASEMAKAAVAVAIHESSA</div><div><div>✓ Kortteli- ja muiden yleisten alueiden yleistasous (Infra-model)</div><div>✓ Yleistasonken täyttö- ja leikkosuualueet (Infra-model)</div><div>✓ Melu- ja näkösuojat sekä läjitysalueiden ja täyttämökien maastonmuotoilut (Infra-model)</div></div></div>
---	---